firestar series i401



i401 Benutzerhandbuch



4600 Campus Place
Mukilteo, WA 98275
1.800.SYNRAD1
tel 1.425.349.3500
fax 1.425.349.3667
e-mail synrad@synrad.com
web www.synrad.com



Firestar® i401 Benutzerhandbuch

Version 1.5

Veröffentlicht August 2013

Teilenummer 900-20150-01



4600 Campus Place
Mukilteo, WA 98275
1.800.SYNRAD1
tel +1 (425) 349 3500
fax +1 (425) 349 3667
e-mail synrad@synrad.com
web www.synrad.com

Inhaltsverzeichnis

Lasersicherheit

Erste Schritte 1

Bedienung 2

Inhaltsverzeichnis

Technische Referenzen 3

Wartung/Fehlerbehebung 4

Inhaltsverzeichnis

Wartung/Fehlerbehebung 4 (Forts.)

Index

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis (Forts.)

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Markenzeichen-/Copyright-Vermerke

SYNRAD und Firestar sind eingetragene Markenzeichen der SYNRAD, Inc.

Alle Markenzeichen oder eingetragenen Marken, auf die hier Bezug genommen wird, sind das Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

© 2013 von SYNRAD, Inc.
Alle Rechte vorbehalten.

Hinweise zur Gewährleistung

Hiermit garantiert SYNRAD, Inc., dass Firestar® i401 Laser für einen Zeitraum von einem Jahr ab dem Kaufdatum frei von Material- und Verarbeitungsfehlern sein werden. Diese Garantie gilt nicht für Mängel an der Ware, die durch Fahrlässigkeit, durch nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch (einschließlich Umweltfaktoren), Unfall, Veränderung oder unsachgemäße Wartung verursacht werden. Dies beinhaltet, ist jedoch nicht beschränkt auf Schäden durch Korrosion, Kondensation oder Verwendung nicht ordnungsgemäß konditionierter Spülgase.

Wir bitten Sie darum, jede Lieferung innerhalb von 10 Tagen nach Erhalt zu überprüfen und SYNRAD Inc. über jegliche Fehlbestände oder Schäden zu informieren. Werden keine Unstimmigkeiten berichtet, geht SYNRAD davon aus, dass die Lieferung vollständig und frei von Mängeln eingegangen ist.

Sollte innerhalb des ersten Jahres nach Kaufdatum ein Bauteil des Firestar i401 Lasers versagen, kontaktieren Sie die SYNRAD-Kundendienstabteilung unter 1.800.SYNRAD1 (außerhalb der USA 001 (425) 349 3500) und melden Sie das Problem. Wenn Sie uns telefonisch kontaktieren, bitten wir Sie das Kaufdatum, die Modell- und Seriennummer des Gerätes und eine Kurzbeschreibung des Problems parat zu haben. Für die Rücksendung einer Einheit zum Kundendienst benötigen Sie eine Rücksendegenehmigungsnummer (RA); diese Nummer muss eindeutig auf der Außenseite des Versandbehälters angebracht werden, um eine ordnungsgemäße Bearbeitung der Einheit gewährleisten zu können. Werden Ihnen Ersatzteile zugeschickt, müssen Sie die defekten Teile an SYNRAD zur Begutachtung zurückschicken, insofern keine andere Weisung erteilt ist.

Versagt Ihr Firestar i401 Laser innerhalb der ersten 45 Tag nach Kaufdatum, trägt SYNRAD, Inc. sämtliche Versandkosten von und zu SYNRAD, bei Versand gemäß der Anweisungen des SYNRAD-Kundendienstes. Nach den ersten 45 Tagen nach Kaufdatum, trägt SYNRAD auch weiterhin die Kosten für den Versand der reparierten Einheit oder Ersatzteilen von SYNRAD zurück zum Kunden. Bei Rücksendung einer defekten Einheit oder defekter Teile an SYNRAD oder einen autorisierten SYNRAD-Vertriebshändler trägt der Kunde die Versandkosten. Um die Garantie des Produktes aufrechtzuerhalten und einen sicheren und effizienten Betrieb Ihres Firestar i401 Lasers zu gewährleisten, dürfen ausschließlich SYNRAD-Ersatzteile verwendet werden. Diese Garantie erlischt, wenn Bauteile verwendet werden, die nicht durch SYNRAD, Inc. bereitgestellt wurden.

SYNRAD, Inc. und autorisierte SYNRAD-Vertriebshändler haben die alleinige Befugnis, Erklärungen zur Gewährleistung von SYNRAD-Produkten abzugeben. SYNRAD, Inc. und seine autorisierten Vertriebshändler übernehmen keine Haftung und genehmigen keine Haftungsübernahme durch Vertreter oder sonstige Personen in Bezug auf den Verkauf, Service oder Versand unserer Produkte. SYNRAD, Inc. behält sich das Recht vor, jederzeit Änderungen und Verbesserungen am Design unserer Produkte vorzunehmen, ohne dass daraus irgendwelche Ansprüche auf Änderungen an zuvor hergestellten oder versandten Produkten entstehen. Der Käufer stimmt zu, SYNRAD von jeglichen Schäden, Kosten und Ausgaben in Bezug auf jegliche Forderungen, die aus dem Design, der Herstellung oder Nutzung des Produkts entstehen bzw. in Bezug auf die Behauptung, das dieses von SYNRAD an den Kunden gelieferte Produkt, oder die Nutzung dessen, ein Patent aus dem Aus- oder Inland verletzt, schadlos zu halten.

Kontaktinformationen

Firmenzentrale - Global

SYNRADs globale Firmenzentrale hat ihren Sitz nördlich von Seattle in Mukilteo, Washington, USA.

Unsere Postanschrift lautet: SYNRAD, Inc.
4600 Campus Place
Mukilteo, WA 98275
USA.

Tel:	1.800.SYNRAD1 (1 800 796 7231)
Außerhalb der USA:	+1 (425) 349 3500
Fax:	+1 (425) 349 3667
E-Mail:	synrad@synrad.com

Vertrieb und Anwendungen

SYNRADs regionale Verkaufsleiter arbeiten eng mit unseren Kunden zusammen, um die beste CO_2-Laserlösung für eine bestimmte Anwendung zu ermitteln und zu entwickeln. Da unsere Verkaufsleiter mit Ihnen und Ihren Laseranwendungen vertraut sind, sind sie Ihre erste Anlaufstelle, wenn Fragen auftauchen. Unsere regionalen Verkaufsleiter dienen als Bindeglied zwischen Ihnen und unserem anwendungstechnischem Labor für die Herstellung von Materialmustern nach Ihren Vorgaben. Rufen Sie SYNRAD unter +1 (425) 349 3500 an, wenn Sie mit unseren regionalen Verkaufsleitern sprechen möchten.

Kundendienst

Für Fragen zum Bestell-, Liefer- oder Servicestatus bzw. um eine Rüchsendegenehmigungsnummer (RA) zu erhalten, kontaktieren Sie SYNRAD unter +1 (425) 349 3500 und sprechen Sie mit einem Kundendienstmitarbeiter.

Technischer Support

SYNRADs regionale Verkaufsleiter können viele technische Fragen zur Installation, Nutzung, Fehlerbehebung und Wartung unserer Produkte beantworten. In einigen Fällen wird Ihr Anruf an einen Laser-, Markierkopf- oder Software-Support-Experten weitergeleitet. Sie können Ihre Fragen an das technische Supportteam auch per E-Mail an support@synrad.com oder support@winmark.com schicken.

Referenzmaterialien

Ihr regionaler Verkaufsleiter kann Ihnen Referenzmaterialien, einschließlich Umriss- und Montagzeichnung, Benutzerhandbücher, Technische Rundschreiben und Anwendungs-Newsletter zukommen lassen. Die meisten der Materialien sind auch direkt auf der Webseite von SYNRAD unter http://www.synrad.com erhältlich.

Firmenzentrale - Europa

Kontaktieren Sie SYNRADs europäische Tochtergesellschaft, Synrad Europe, unter:

Synrad Europe
Münchener Straße 2A
D-82152 Planegg, Deutschland

Tel:	+49 (0) 89 31 707-0
Fax:	+49 (0) 89 31 707-222
E-Mail:	info@synrad-europe.com

Diese Seite wurde absichtlich freigelassen.

Lasersicherheit

Gefahrenhinweise

Die Gefahrenhinweise umfassen die in diesem Benutzerhandbuch verwendeten oder auf dem Gerät angebrachten Bezeichnungen, Symbole und Anweisungen, und dienen dazu, sowohl das Bedien- als auch Servicepersonal auf die empfohlenen Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich der Pflege, Bedienung und des Umgangs mit dem Klasse-4-Lasersystem aufmerksam zu machen.

Bezeichnungen

In diesem Benutzerhandbuch bzw. auf den Geräteschildern werden bestimme Bezeichnungen verwendet. Bitte machen Sie sich mit ihren Definitionen und ihrer Bedeutung bekannt.

Gefahr: Unmittelbare Gefahren, die, falls nicht vermieden, zum Tod oder schweren Verletzungen führen können.

Warnung: Potenzielle Gefahren, die, falls nicht vermieden, zum Tod oder schweren Verletzungen führen können.

Vorsicht: Potenzielle Gefahren oder unsichere Praktiken, die, falls nicht vermieden, zu leichten oder mittelschweren Verletzungen führen können.

Vorsicht: Potenzielle Gefahren oder unsichere Praktiken, die, falls nicht vermieden, zu Beschädigungen des Produktes führen können.

Wichtiger Hinweis: Wichtige Informationen oder Empfehlungen zum Thema.

Hinweis: Verweist auf Punkte, die zu beachten sind, um eine effizientere oder komfortablere Bedienung zu erreichen; zusätzliche Informationen oder Erläuterungen zum Thema.

Allgemeine Gefahren

Nachfolgend finden Sie Beschreibungen von allgemeinen Gefahren und unsicheren Praktiken, die zum Tod, schweren Verletzungen oder Produktschäden führen können. Spezifische Sicherheitshinweise und Warnungen, die nicht in diesem Abschnitt enthalten sind, finden Sie im Verlauf des Benutzerhandbuchs.



Schwere Verletzungsgefahr

Dieses Laserprodukt der Klasse 4 emittiert ***unsichtbare*** Infrarot-Laserstrahlung im CO_2-Wellenlängenbereich um 10,6 µm.

Ein Eindringen der Laserstrahlung ins Auge durch direkte oder reflektierende Laserenergie muss vermieden werden. CO_2-Laserstrahlung kann auch bei verdunkelter Oberfläche von metallischen Objekten reflektiert werden. Direkte oder gestreute Laserstrahlung kann schwere Hornhautverletzungen verursachen, die zu dauerhaften Augenschäden oder Erblinden führen können. Das Personal muss im Umfeld des Laserstrahls einen für 10,6 µm CO_2-Laserstrahlung geeigneten Augenschutz tragen. Schutzbrillen dienen dem Schutz der Augen gegen Streulicht, aber eignen sich nicht zum Schutz gegen den direkten Laserstrahl - blicken Sie niemals direkt in die Laseraustrittsöffnung oder auf gestreute Laserstrahlreflexionen von metallischen Oberflächen.

Umschließen Sie den Strahlengang soweit wie möglich. Eine direkte CO_2-Laserstrahlenbelastung kann schwere Verbrennungen des menschlichen oder tierischen Gewebes verursachen und zu nachhaltigen Schäden führen.

Das Produkt eignet sich nicht für die Verwendung in explosiven oder potenziell explosionsgefährdeten Bereichen.

Lasersicherheit

Gefahrenhinweise

 **Warnung**

Schwere Verletzungsgefahr

Kunden sollten für in die USA verkaufte oder dort verwendete Lasersysteme sich auf die Sicherheitsvorkehrungen für Laser beziehen und diese einhalten, wie im Dokument Z136.1-2007, *Lasersicherheitsnormen*, des American National Standards Institute (ANSI) beschrieben.

Kunden sollten für außerhalb der USA verkaufte oder dort verwendete Lasersysteme sich auf die Sicherheitsvorkehrungen für Laser beziehen und diese einhalten, wie im Dokument EN 60825-1:2007, *IEC-Sicherheitsstandards für Laserprodukte – Teil 1: Geräteklassifizierung und Anforderungen* und IEC/TR 60825-14:2004, *IEC-Sicherheitsstandards für Laserprodukte – Teil 14: Benutzerrichtlinien* der Europäischen Normen und internationalen elektrotechnischen Kommission beschrieben.

 **Warnung**

Schwere Verletzungsgefahr

Durch die Materialbearbeitung mittels Laser können Luftverunreinigungen wie Dämpfe, Rauch und/oder Partikel entstehen, die schädlich, giftig oder sogar tödlich sein können. Materialsicherheitsdatenblätter (MSDS) für die zu verarbeitenden Materialien sollten sorgfältig begutachtet werden und die Angemessenheit der Maßnahmen für Rauchabsaugung, Filterung und Entlüftung sorgsam überprüft werden. Siehe folgende Referenzen für weitere Informationen zu den Expositionskriterien:

ANSI Z136.1-2007, *Lasersicherheitsnormen*, Abschnitt 7.3.

US-amerikanischer *Code of Federal Regulations*: 29 CFR 1910, Abschnitt Z.

Threshold Limit Values (TLVs; deutsch: max. Arbeitsplatzkonzentration) herausgegeben von der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

Eventuell ist es erforderlich sich bei lokalen Regierungsbehörden hinsichtlich der Einschränkungen bei der Entlüftung der aus der Verarbeitung entstehenden Dämpfe zu erkunden.

 **Warnung**

Schwere Verletzungsgefahr

Das Benutzen von Bedienelementen, das Durchführen von Anpassungen oder Ausführen von Prozeduren, die hier nicht beschrieben sind, können zu gefährlicher Strahlenbelastung führen.



Schwere Verletzungsgefahr

Die Verwendung von Aerosol-Verstäubern, die Difluorethan beinhalten, können ein sogenanntes „Blooming“ (auch: Überstrahlen), einen Zustand, der den Laserstrahl ***deutlich*** erweitert und streut, verursachen. Diese Strahlaufweitung kann die Strahlqualität beeinträchtigen und/oder zu einer Ausweitung der Laserenergie über die Grenzen der optischen Elemente des Systems hinaus führen und dadurch das Sicherheitsschild aus Kunststoff beschädigen. Verwenden Sie keine Luft-Verstäuber, die Difluorethan beinhalten in unmittelbarer Umgebung des CO_2-Lasersystems, da Difluorethan über einen langen Zeitraum, weitflächig vorhanden bleibt.

Lasersicherheit

Gefahrenhinweise

Firestar® i401 Laser dürfen ausschließlich von geschultem Personal in Produktionsstätten oder Laboreinrichtungen installiert und betrieben werden. Da die Installation und der Betrieb von Geräten mit integriertem Laser mit hohen Risiken und Gefahren verbunden ist, muss der Betreiber die Gefahrenkennzeichnungen und Hinweise für den Anwender hinsichtlich der Lasersicherheit befolgen. Um eine Exposition gegenüber Direkt- und Streustrahlung zu verhindern, müssen alle im Handbuch enthaltenen Sicherheitsmaßnahmen eingehalten werden und bei aktivem Laserbetrieb zu jedem Zeitpunkt eine sichere Arbeitspraxis gemäß ANSI Z136.1-2007 oder IEC/TR 60825-14:2004 ausgeübt werden.

Tragen Sie stets eine Schutzbrille oder einen Augenschutz mit Seitenschutz, um das Risiko einer Augenverletzung während des Laserbetriebs zu vermeiden.

Ein CO_2-Laser ist eine intensive Hitzequelle und kann unter angemessenen Bedingungen nahezu alle Materialien entzünden. Betreiben Sie den Laser niemals in Gegenwart brennbarer oder explosiver Materialien, Gase, Flüssigkeiten oder Dämpfe.

Das Benutzen von Bedienelementen, das Durchführen von Anpassungen oder Ausführen von Prozeduren, die hier nicht beschrieben sind, können zu gefährlicher ***unsichtbarer*** Laserstrahlung, Beschädigung oder Fehlfunktion des Lasers führen. Durch Kontakt mit dem Laserstrahl kann es zu schweren Verletzungen kommen.

Ein sicherer Betrieb des Lasers erfordert den Einsatz einer externen Strahlblockade, um den Laserstrahl auf den gewünschten Arbeitsbereich zu beschränken. Stellen Sie keine brennbaren Objekte oder sich selbst in den Strahlengang des Lasers. Verwenden Sie eine wassergekühlte Strahlenfalle oder einen Leistungsmesser, oder ein ähnliches nicht-streuendes, nicht-brennbares Material zum Blockieren des Laserstrahls. Verwenden Sie niemals organische Materialien oder Metalle zum Blockieren des Laserstrahls. Organische Materialien sind brenn- und schmelzbar, und Metall kann als spiegelnder Reflektor fungieren, was außerhalb des unmittelbaren Arbeitsbereichs ein hohes Gefahrenpotenzial birgt.

Weitere Gefahren

Die folgenden Gefahren sind charakteristisch für diese Produktfamilie, vorausgesetzt sie wurde für ihre bestimmungsgemäße Verwendung integriert: (A) Verletzungsgefahr beim Heben oder Manövrieren des Geräts; (B) Risiko einer Exposition gegenüber gefährlicher Laserenergie durch die unautorisierte Entfernung von Zugangspaneelen, Türen oder Schutzabdeckungen; (C) Risiko einer Exposition gegenüber gefährlicher Laserenergie und Verletzungsgefahr aufgrund einer nicht ordnungsgemäßen Nutzung des Augenschutzes seitens der Mitarbeiter und/oder Nichteinhaltung der geltenden Sicherheitsmaßnahmen; (D) Risiko einer Exposition gegenüber gefährlichen oder lebensgefährlichen Spannungen durch unautorisierte Entfernung der Abdeckungen, Türen oder Zugangspaneele; (E) Entwicklung gefährlicher Luftschadstoffe, die schädlich, giftig oder sogar tödlich sein können.

Entsorgung

Dieses Produkt enthält Komponenten, die als gefährliche Industrieabfälle betrachtet werden. Tritt der Fall ein, dass ein Laser unbrauchbar wird und nicht mehr repariert werden kann, kann er an SYNRAD, Inc. zurückgeschickt werden, und wird dort gegen eine Gebühr ordnungsgemäß zerlegt, recycelt und/oder entsorgt.

Weitere Informationen zur Lasersicherheit

Die SYNRAD Website (http://www.synrad.com/LaserFacts/lasersafety.html) enthält ein Online-Handbuch zur Lasersicherheit mit Informationen über die (1) Normen zur Lasersicherheit für OEMs/Systemintegratoren, (2) Normen zur Lasersicherheit für Endverbraucher, (3) Referenzen und Quellen, und (4) Unterstützung bei den Anforderungen.

Zudem stellt die Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ein Technisches Handbuch online zur Verfügung (siehe http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_6.html). Abschnitt III, Kapitel 6 und Anhang III enthalten ausführliche Informationen zur Lasersicherheit.

Weitere ausgezeichnete Informationen zum Thema Lasersicherheit bietet Ihnen das Laser Institute of America (LIA). Die umfassende Website des LIA finden Sie unter http://www.laserinstitute.org.

Lasersicherheit

Firestar i401 Positionen der Gerätekennzeichnungen

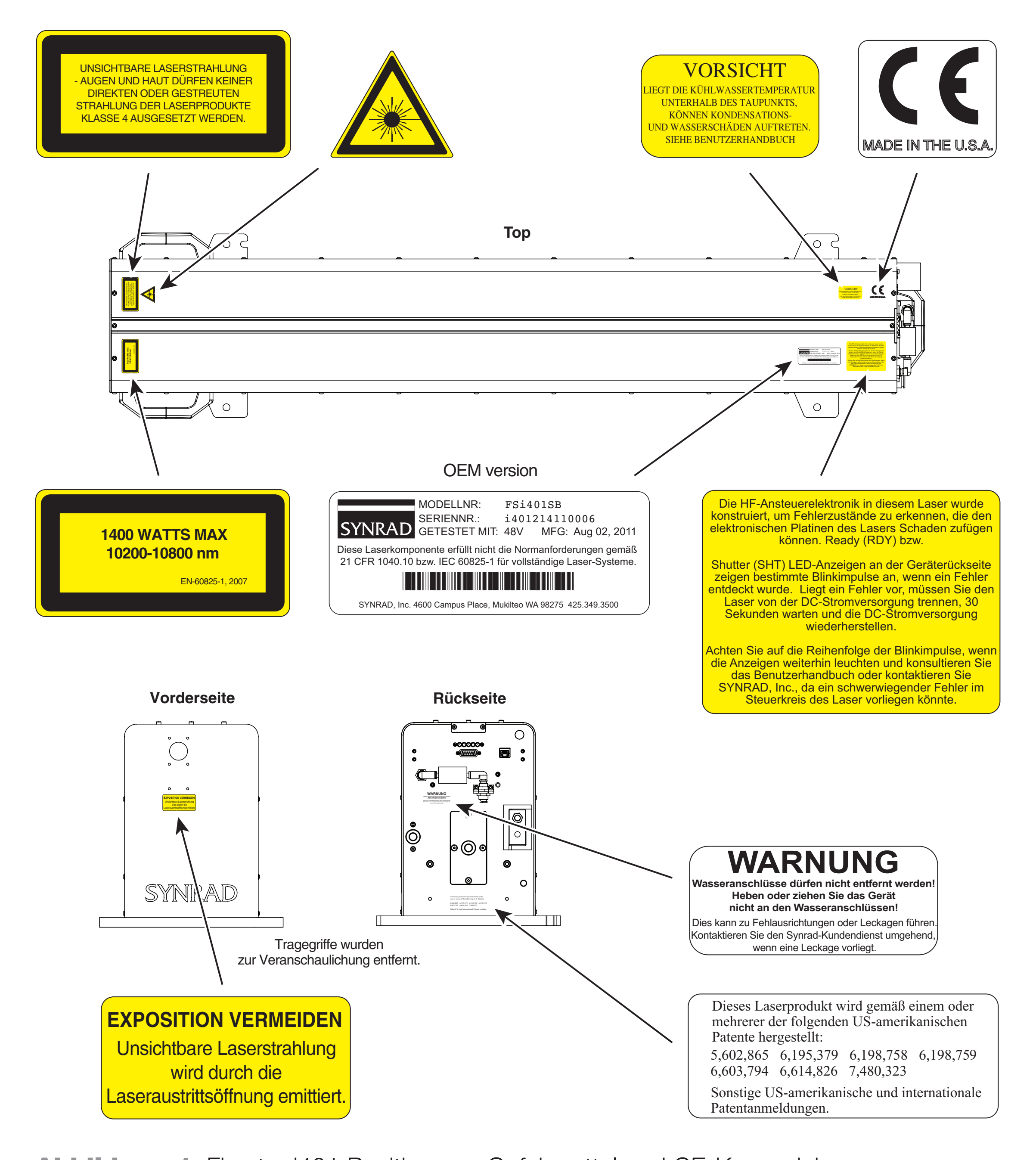


Abbildung 1 Firestar i401 Position von Gefahrzettel und CE-Kennzeichnung

Lasersicherheit

Einhaltung behördlicher Auflagen

Der Abschnitt *Einhaltung behördlicher Auflagen* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Auflagen des Center for Devices and Radiological Health (CDRH)
- Auflagen der Federal Communications Commission (FCC)
- Auflagen der Europäischen Union (EU)

SYNRAD-Laser wurden entsprechend bestimmter US-amerikanischer und EU-Vorschriften entwickelt, getestet und zertifiziert. Diese Vorschriften legen Anforderungen an die Produktleistung hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) und die Produktsicherheitsmerkmale für industrielle, wissenschaftliche und medizinische (ISM-) Geräte fest. Die jeweiligen Vorschriften, denen die Systeme mit integrierten Firestar i401 Lasern entsprechen müssen, werden in den folgenden Abschnitten genannt und beschrieben: Bitte beachten Sie, dass die CDRH-, FCC- und EU-Auflagen zum Teil von der ausgewählten Laserversion (Schlüsselschalter oder OEM) abhängen.

In den USA werden die Vorschriften zur Lasersicherheit vom Zentrum für Geräte und Strahlensicherheit, dem Center for Devices and Radiological Health (CDRH), unter der Schirmherrschaft der US-amerikanischen Lebens- und Arzneimittelaufsichtsbehörde FDA (Food and Drug Administration) vorgegeben, während die Normen für Strahlenemission in den Zuständigkeitsbereich der US-amerikanischen Regulierungsbehörde, der Federal Communications Commission (FCC), fallen. Außerhalb der USA werden die Lasersicherheit und Strahlenemission durch die Richtlinien und Verordnungen der Europäischen Union (EU) reguliert.

In Sachen CE-konforme Laserprodukte übernimmt SYNRAD, Inc. keinerlei Verantwortung für die Einhaltung dieser Richtlinien durch Systeme, in die das Produkt integriert wird, mit Ausnahme der Bereitstellung und/oder Empfehlung von gemäß der EU-Richtlinien CE-zertifizierten Laserkomponenten.

Da OEM-Laserprodukte zum Einbau als Komponenten in Laserbearbeitungssystemen bestimmt sind, erfüllen sie nicht alle Normen für komplette Laserbearbeitungssysteme nach 21 CFR, Teil 1040 oder EN 60825-1. SYNRAD, Inc. übernimmt keinerlei Verantwortung für die Compliance des Systems, in das die OEM-Laserprodukte integriert werden.

Auflagen des Center for Devices and Radiological Health (CDRH)

Den CDRH-Auflagen entsprechende, im Firestar i401 Laser integrierte Produktfunktionen werden als Bedien- und Anzeigeelemente, interne Schaltelemente oder Signaleingangs-/ausgangsschnittstellen integriert. Zu diesen Funktionen gehören Lase- und Laser-Ready-Anzeigen, Remote-Interlock zum Zuführen/Trennen der Stromversorgung, ein Shutter-Schalter zur Öffnung der Laseraustrittsöffnung und eine Verzögerung von fünf Sekunden zwischen dem Einschalten und der Laserbetriebsfähigkeit. Ob bestimmte Funktionen integriert sind, hängt vom Lasermodell ab (Schlüsselschalter oder OEM). Tabelle 1, *Klasse 4 Sicherheitsmerkmale*, zeigt, welche Funktionen im i401 Laser enthalten sind, die Art und Beschreibung der Funktion und ob die Funktion aufgrund der CDRH-Auflagen erforderlich ist.

OEM-Modelle

Firestar i401 OEM-Laser sind OEM-Produkte, die für den Einbau als Komponenten in Laserbearbeitungssystemen bestimmt sind. Durch SYNRAD versandte Laser entsprechen ohne das Durchführen zusätzlicher Sicherheitsmaßnahmen nicht den Anforderungen der 21 CFR, Unterkapitel J. In den USA trägt der Käufer dieser OEM-Laserkomponenten die alleinige Verantwortung dafür, dass die an einen Endverbraucher verkauften Laserbearbeitungssysteme vor dem tatsächlichen Verkauf des Systems sämtlichen Vorschriften zur Lasersicherheit entsprechen. Gemäß der CDRH-Auflagen muss der Käufer vor Versand des Systems einen Bericht beim CDRH einreichen. In Gerichtsbarkeiten außerhalb der Vereinigten Staaten trägt der Käufer dieser OEM-Komponenten die alleinige Verantwortung dafür, dass alle zutreffenden lokalen Vorschriften zur Lasersicherheit eingehalten werden. Ist der Käufer gleichzeitig der Endverbraucher des OEM-Laserprodukts, muss der Käufer/Endverbraucher den Laser so integrieren, dass er sämtlichen Normen zur Lasersicherheit, wie oben beschrieben, entspricht.

Lasersicherheit

Einhaltung behördlicher Auflagen

Auflagen der Federal Communications Commission (FCC)

Der United States Communication Act von 1934 bemächtigte die Federal Communications Commission (FCC) zur Regulierung von Geräten, die elektromagnetische Strahlung im Radiofrequenzspektrum emittieren. Dieses Gesetz, der Communication Act, soll autorisierte Funkübertragungsdienste vor schädlicher elektromagnetischer Interferenz (EMV) schützen. Die FCC-Vorschriften, die industrielle, wissenschaftliche und medizinische (ISM-) Geräte regulieren werden in 47 CFR, Teil 18, Unterabschnitt C, ausführlich beschrieben.

Die Firestar i401 Laser von SYNRAD wurden getestet und entsprechen aufgrund ihrer Leistungsmerkmale den bzw. übersteigen die Anforderungen der Auflage 47 CFR, Teil 18, Abgestrahlte und leitungsgebundene Emissionen.

FCC-Informationen für den Nutzer

HINWEIS: Die folgenden FCC-Informationen für den Nutzer werden bereitgestellt, um die Anforderungen der Auflage 47 CFR, Teil 18, Abschnitt 213 zu erfüllen.

Interferenzpotenzial

In unseren Testreihen konnte SYNRAD, Inc. keine erheblichen von Firestar i401 Lasern ausgehenden elektrischen Störungen entdecken.

Systemwartung

Stellen Sie sicher, dass alle äußeren Abdeckungen gut befestigt sind.

Maßnahmen zur Beseitigung der Störung

Wenn Sie vermuten, dass Ihr Firestar-Laser andere Geräte beeinträchtigt, müssen Sie folgende Maßnahmen ergreifen, um diese Störung zu minimieren:

1. Verwenden Sie geschirmte Kabel vom und zum Gerät, bei dem Störungen auftreten.
2. Gewährleisten Sie, dass der Firestar-Laser ordnungsgemäß mit der gleichen elektrischen Spannung, wie das Gerät oder System an das er angeschlossen ist, geerdet ist.

FCC-Warnhinweise für den Nutzer

Die Federal Communications Commission warnt den Nutzer, das Änderungen und Umbauten am Gerät, die von der für die Konformität verantwortlichen Partei nicht ausdrücklich genehmigt wurden, die Befugnis des Benutzers, das Gerät zu betreiben, aufheben kann.

Auflagen der Europäischen Union (EU)

RoHS-Compliance

SYNRAD Firestar i401 Laser erfüllen die Anforderungen der Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten, die zulässige Konzentrationshöchstwerte für bestimmte gefährliche Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten festlegt.

Lasersicherheit

Einhaltung behördlicher Auflagen

Normen zur Lasersicherheit

Gemäß den Bestimmungen der Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EC wurde die Europäische Norm EN 60825-1:2007 entwickelt, um Leitlinien zur Lasersicherheit bereitzustellen, die zudem Vorschriften zu technischen Spezifikationen, Kennzeichnung, sonstige informierende Anforderungen, zusätzliche Anforderungen für bestimmte Laserprodukte, Klassifizierung und Bestimmung der zulässigen Emissionen enthält. Zur Erstellung eines Plans zur Risikobewertung/Leitfadens zur Lasersicherheit für Benutzer, siehe IEC/TR 60825-14:2004, das Vorschriften zur Verwaltungsrichtlinien, Strahlungsrisiken, zulässigen Fehlergrenzen (Maximum Permissible Error; MPE), verbundene Gefahren, Risikobewertung, Kontrollmaßnahmen, Aufrechterhaltung eines sicheren Betriebs, Berichterstattung von Zwischenfällen und Untersuchung von Unfällen sowie die medizinische Überwachung enthält.

OEM-Modelle

Firestar i401 OEM-Laser sind OEM-Produkte, die für den Einbau als Komponenten in Laserbearbeitungssystemen bestimmt sind. Durch SYNRAD versandte Laser entsprechen ohne das Durchführen zusätzlicher Sicherheitsmaßnahmen nicht den Anforderungen der EN 60825-1. Gemäß der Richtlinien der Europäischen Union sind „OEM-Laserprodukte, die an andere Hersteller zur Integration als Komponenten in Systeme und späteren Verkauf verkauft werden, und nicht dieser Norm unterliegen, da das Endprodukt an sich dieser Norm unterliegen wird“. Das bedeutet, dass der Käufer dieser OEM-Laserkomponenten die alleinige Verantwortung dafür trägt, dass die an einen Endverbraucher verkauften Laserbearbeitungssysteme vor dem tatsächlichen Verkauf des Systems sämtlichen Vorschriften zur Lasersicherheit entsprechen. Bitte beachten Sie, dass wenn eine OEM-Laserkomponente in ein anderes Gerät oder System eingebaut wird, möglicherweise die gesamte Maschineninstallation den Normen EN 60825-1, EN 60204-1:2006, *Sicherheit von Maschinen,* Maschinenrichtlinie, EN 2006/42/EC, und/oder sonstigen gesetzlich geltenden Standards entsprechen muss. Bei einem Import in die USA muss das System zudem die Auflagen des CDRH erfüllen.

Ist der Käufer gleichzeitig der Endverbraucher des OEM-Laserprodukts, muss der Käufer/Endverbraucher den Laser so integrieren, dass er sämtlichen Normen zur Lasersicherheit, wie oben beschrieben, entspricht. Tabelle 1, *Klasse 4 Sicherheitsmerkmale* fasst die Firestar i401 Produktfunktionen zusammen, die Art und Beschreibung der Funktion und ob die Funktion aufgrund der EU-Auflagen erforderlich ist.

Standards zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

Die Richtlinie 2004/108/EG der Europäischen Union über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist die einzige Richtlinie, die sich mit der elektromagnetischen Verträglichkeit elektronischer Geräte befasst. Diese Richtlinie befasst sich insbesondere mit Europäischen Normen hinsichtlich der Standards für Emission und Störfestigkeit bestimmter Produktkategorien. Für Firestar i401 Laser definiert die Richtlinie EN 61000-6-4 abgestrahlte und leitungsgebundene HF-Störausstrahlungen, während die Norm EN 61000-6-2 die Störfestigkeitsanforderungen für Industrieumgebungen festlegt.

SYNRADs Firestar i401 Laser weisen Leistungsmerkmale auf, die den Anforderungen der EMV-Richtlinie 2004/108/EG entsprechen bzw. diese übertreffen.

Lasersicherheit

Einhaltung behördlicher Auflagen

Tabelle 1 Klasse 4 Sicherheitsmerkmale

Funktion	Position / Beschreibung	Gemäß: CDRH	Gemäß: EN60825-1	Verfügbar für: OEM i401
Schlüsselschalter[1]	Rückseitiges Bedienfeld Ein/Aus/Reset-Schlüsselschalter steuert die Stromversorgung der Laserelektronik. Schlüssel kann im eingeschalteten Zustand nicht entfernt werden.	Ja	Ja	Nein
Shutter-Funktion	Lasersteuerung Fungiert als ein Strahlfänger, zur Deaktivierung des HF-Treibers/ Laserleistung im geschlossenen Zustand.	Ja	Ja	Ja
Shutter-Anzeige	Rückseitige Anzeige (Blau) Leuchtet blau, wenn der Shutter geöffnet ist.	Nein	Nein	Ja
Laser-Ready-Anzeige	Rückseitige Anzeige (Gelb) Zeigt an, dass der Laser eingeschaltet und bereit zum Lasern ist.	Ja	Ja	Ja
Lase-Anzeige	Rückseitige Anzeige (Rot) Zeigt an, dass der Firestar aktiv lasert. Die Lase-LED leuchtet, wenn die Einschaltdauer des Befehlssignals lang genug ist, um eine Ausgangsleistung des Laserstrahls zu erzeugen.	Nein	Nein	Ja
Fünfsekündige Verzögerung	Firestar Schaltelement Deaktiviert HF-Treiber/Laserausgang für fünf Sekunden, nachdem der Schlüsselschalter in „Ein"-Position gebracht wird oder der Remote-Reset/Start-Puls betätigt wird, wenn der Schlüsselschalter sich in der „Ein"-Position befindet.	Ja	Nein	Ja
Netzausfall-Lockout[1]	Firestar Schaltelement Deaktiviert HF-Treiber/Laserausgang bei Trennung der Eingangsleistung und erneutem Zuführen (AC-Netzausfall oder Remote-Interlock-Betätigung), wenn der Schlüsselschalter sich in der „Ein"-Position befindet.	Ja	Ja	Nein
Remote-Interlock	Rückseitiger Anschluss Deaktiviert HF-Treiber/Laserausgang, wenn ein Remote-Interlock-Schalter an einer Gerätetür oder Paneel geöffnet wird.	Ja	Ja	Ja
Remote-Interlock-Anzeige	Rückseitige Anzeige (Grün/Rot) Leuchtet grün, wenn der Remote-Interlock-Schaltkreis geschlossen ist. Leuchtet rot, wenn der Verriegelungsschaltkreis geöffnet ist.	Nein	Nein	Ja
Übertemperaturschutz	Firestar-Schaltelement Abschaltung bei Übertemperatur (TSD) erfolgt, wenn die Temperatur des Laser rohrs die sicheren Betriebsgrenzen übersteigt.	Nein	Nein	Ja
Temp.-Anzeige	Rückseitige Anzeige (Grün/Rot) Leuchtet grün, wenn sich die Lasertemperatur innerhalb der Betriebsgrenzen befindet; leuchtet rot, wenn diese Temperaturgrenzen überschritten werden.	Nein	Nein	Ja
Warnhinweise	Firestar-Außenverkleidung Warnhinweise an der Außenseite des Gehäuses warnen das Personal vor potenziellen Lasergefahren.	Ja	Ja	Ja

1 Nicht verfügbar in i401 OEM-Lasern

Lasersicherheit

Einhaltung behördlicher Auflagen

Werden SYNRADs Firestar i401 OEM-Laser in ein System integriert, trägt der Käufer und/oder Integrator des Endsystems die Verantwortung für die Einhaltung aller zutreffenden Normen zum Erhalt der CE-Zertifizierung. Zur Unterstützung dieses Compliance-Verfahrens demonstrierte das Testprogramm von SYNRAD, das Firestar i401 Laser die einschlägigen Anforderungen der Richtlinie 2004/108/EG zur elektromagnetischen Verträglichkeit erfüllen. Siehe Übersicht in Tabelle 2.

Tabelle 2 EU-Auflagen

Geltende Standards und Normen	
2004/108/EG	Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit
2006/95/EG	Niederspannungsrichtlinie
2011/65/EU	RoHS-Richtlinie
EN 61010-1:2001	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
EN 61000-6-4:2007	Gestrahlte Störspannung Gruppe 1, Klasse A
EN 61000-6-4:2007	Leitungsgeführte Störspannung Gruppe 1, Klasse A
EN 61000-6-2:2005	Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität
EN 61000-6-2:2005	Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder
EN 61000-6-2:2005	Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst
EN 61000-6-2:2005	Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen

Erfüllt ein Laser oder ein Laserbearbeitungssystem alle Vorschriften der geltenden EU-Auflagen, kann das Produkt die offizielle CE-Kennzeichnung der Europäischen Union (siehe in Abbildung 2) tragen und das konforme Produkt erhält eine Konformitätserklärung.

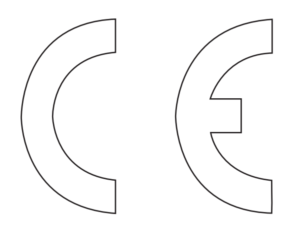


Abbildung 2 Europäische CE-Kennzeichnung

Lasersicherheit

Firestar i401 Konformitätserklärung

Konformitätserklärung

gemäß ISO / IEC 17050-2:2004

Wir,

Name des Herstellers: SYNRAD, Inc.

Adresse des Herstellers: 4600 Campus Place
Mukilteo, WA 98275
U.S.A.

erklären in alleiniger Verantwortung, dass das Produkt:

Produktbezeichnung: Firestar i401 Laser

Modellnummer: FSi401SB (OEM*)

der/den folgenden europäischen Richtlinie/n und Norm/en entspricht:

Angewendete Richtlinie/n:	2004/108/EC	Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit
	2006/95/EC	Niederspannungsrichtlinie
	2011/65/EU	RoHS-Richtlinie
Angewendete Norm/en:	EN 61010-1:2001	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel und Laborgeräte Teil 1: Allgemeine Anforderungen
	EN 61000-6-4:2007	Gestrahlte Störspannung Gruppe 1, Klasse A
	EN 61000-6-4:2007	Leitungsgeführte Störspannung Gruppe 1, Klasse A
	EN 61000-6-2:2005	Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität
	EN 61000-6-2:2005	Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder
	EN 61000-6-2:2005	Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst
	EN 61000-6-2:2005	Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen

**OEM-Laser entsprechen nicht den EN 60825-1:2007, IEC-Sicherheitsstandards für Laserprodukte. Käufer von OEM-Laserprodukten tragen die alleinige Verantwortung für die Einhaltung aller zutreffenden Richtlinien und Normen zum Erhalt der CE-Zertifizierung.

Corporate Officer:

Dave Clarke, President von SYNRAD, Inc.

Datum 25. Juni 2012

Kontakt Europa:

Synrad Europe
Münchener Straße 2A
D-82152 Planegg
Germany

CE

MADE IN THE U.S.A.

Erste Schritte

1

Bereiten Sie Ihren Firestar i401 Laser anhand der in diesem Kapitel enthaltenen Informationen auf den Betrieb vor. Die Reihenfolge der Informationen in diesem Kapitel entspricht der Reihenfolge der durchzuführenden Schritte. Um Ihren Laser in einen betriebsbereiten Zustand zu versetzen, empfehlen wir die Schritte aus dem Kapitel *Auspacken* bis hin zum Kapitel *Anschlüsse* zu befolgen.

Dieses Kapitel enthält die folgenden Informationen:

- Einführung – Vorstellung des Firestar i401 Lasers, Auflistung wichtiger Funktionen, Beschreibung der Firestar-Nomenklatur.
- Auspacken – Wichtige Informationen zum Auspacken Ihres Firestar i401 Lasers.
- Lieferumfang – Abbildung und Beschreibung aller im Lieferumfang Ihres i401 Lasers enthaltenen Komponenten.
- Montage – Montageschritte zur Befestigung Ihres i401 Lasers auf einer Montagefläche.
- Anschluss – Anschluss des Kühlschlauchs und der Strom- und Steuerkabel.

Erste Schritte

Einführung

Der Abschnitt *Einführung* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Firestar Nomenklatur
- Modellnummern

Der Firestar® i401 Laser ist eine neue Entwicklung der SYNRAD Firestar-Serie von Hochleistungslasern. Dieser Einzelrohr-Laser mit einer Leistung von 400 W verfügt über ein integriertes HF-Netzteil ohne externe HF-Kabel. Die kompakte Einzelrohr-Konstruktion lässt sich einfach auf Flachbettplottern, Roboterarmen oder Portalsystemen montieren und garantiert somit eine benutzerfreundliche und schnelle Integration in Ihre Fertigungsstraße.

Die Firestar i401-Funktionen umfassen:

- Integrierter elektromechanischer Shutter
- TCP/IP webbasierte Internetschnittstelle
- Vor Ort austauschbare, integrierte HF-Module
- Eingebauter interner Feuchtesensor
- Arbeitszyklus von 1 % bis 100 % (Dauerstrich; CW)
- Integrierter Gase-Purge-(Spülgas-)Anschluss
- Farbcodierte LEDs zeigen den Ausgabezustand an
- „Industrietauglich" ±5 V bis 24 VDC I/O
- Voreingestellte Strahlleistung auf ±1,0 mm
- Geringe Wärmbelastung von 6 kW

Firestar Nomenklatur

Firestar Laser lassen sich in zwei verschiedene Bereiche unterteilen: Schlüsselschalter- und OEM-Modelle. OEM-Laser, wie der Firestar i401, besitzen keine, gemäß den CDRH- und EN 60825-1 Vorschriften auferlegten, Schlüsselschalter- oder Shutter-Funktionen, da sie als Komponenten für die Integration in größere Verarbeitungssysteme durch den Erstausrüster (Original Equipment Manufacturer; OEM) bzw. den Systemintegrator konzipiert wurden. Erstausrüster und Systemintegratoren tragen die volle Verantwortung für die Einhaltung der entsprechenden Sicherheitsanforderungen für Systeme mit integrierten Lasern der Klasse 4.

Obwohl Firestar i401 Laser ausschließlich als OEM-Laser erhältlich sind, enthalten sie einen integrierten elektromechanischen Verschlussmechanismus (Shutter).

Modellnummern

Die letzten drei Zeichen der Firestar-Modellnummer bezeichnen die Funktionsgruppe, Kühlmethode und Modellvariante. Die Funktionsgruppe wird mit einem „K" für Schlüsselschaltermodelle (Keyswitch) oder einem „S" (schalterlos) für OEM-Modelle gekennzeichnet. Der nächste Buchstabe gibt Auskunft über die Kühlmethode: „W" für wassergekühlte Geräte (water-cooled units), „F" für lüftergekühlte Geräte (fan-cooled units) und „A" für luftgekühlte Geräte (air-cooled units). (i401 Laser weisen keine Kennzeichnung der Kühlmethode (hier „W") auf, da es sich immer um wassergekühlte Geräte handelt). Der letzte Buchstabe der Modellnummer bezeichnet die aktuelle Modellvariante, beginnend mit dem Buchstaben „B".

Erste Schritte

Auspacken

Der Abschnitt *Auspacken* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Wareneingangskontrolle
- Verpackungsrichtlinien
- Auspacken des i401
- Entfernen der Tragegriffe

Wareneingangskontrolle

Überprüfen Sie nach Erhalt alle Versandbehälter auf Anzeichen von Schäden. Liegen Transportschäden vor, müssen diese, falls möglich fotografisch, dokumentiert werden und der Spediteur und SYNRAD, Inc. unverzüglich darüber informiert werden.

Der Spediteur trägt die Verantwortung für jegliche Transportschäden von SYNRAD, Inc. zu Ihrem Wareneingang.

Verpackungsrichtlinien



Das Heben oder Manövrieren des Firestar i401 Lasers stellt eine Verletzungsgefahr dar. Bitte verwenden Sie angemessene Hebetechniken und/oder Hebezeuge, um Verletzungen vorzubeugen. Unter Umständen benötigen Sie die Hilfe von weiteren Personen, um das Gerät sicher auszupacken und zu befördern.

- Entfernen Sie das Verpackungsmaterial vorsichtig, um eine Beschädigung des Geräts oder den Verlust kleiner Bauteile zu verhindern.
- Überprüfen Sie nach dem Auspacken den *Lieferumfang*, um sicherzustellen, dass alle Komponenten vorhanden sind.
- Der Laser darf nicht an den Kühlanschlüssen gehoben oder auf diese gestützt werden. Heben Sie den Laser ausschließlich an den Tragegriffen oder der Bodenplatte.
- Bewahren Sie alle Versandbehälter und Verpackungsmaterialien, einschließlich Abdeckungen und Stopfen auf. Nutzen Sie diese speziellen Verpackungsmaterialien zum Versand des Lasers an einen anderen Standort.
- Vor dem Verpacken des Lasers zum Transport müssen alle Zubehörteile, die nachträglich am Laser angebracht wurden, einschließlich Strahlführungskomponenten, Kühlschlauch usw. entfernt werden.
- Siehe Abbildungen zu den *Verpackungsanweisungen* im Kapitel „Technische Referenzen", um weitere Informationen zur Verpackung des i401 Lasers mit den von SYNRAD bereitgestellten Verpackungsmaterialien zu erhalten.
- Für die Lagerung oder den Versand wassergekühlter Laser muss sämtliches Kühlwasser aus dem Laser abgelassen werden und offene Anschlüsse müssen mit einem Schutzstopfen verschlossen werden, um eine Verschmutzung der Kühlwasserwege zu verhindern.
- Firestar i401 Laser sind schwer und unhandlich zu manövrieren. Nutzen Sie entsprechende Hebetechniken, zusätzliches Personal und/oder Hebezeug, um Personenverletzungen beim Manövrieren des Gerätes zu verhindern.

Erste Schritte

Auspacken

Auspacken des i401 Lasers

Entnehmen Sie Details zum Auspacken des i401 Lasers der Abbildung 1-1, und befolgen Sie die angegebenen Schritte. Die nummerierten Teile in Abbildung 1-1 entsprechen den Schrittnummern im nachstehend beschriebenen Verfahren.

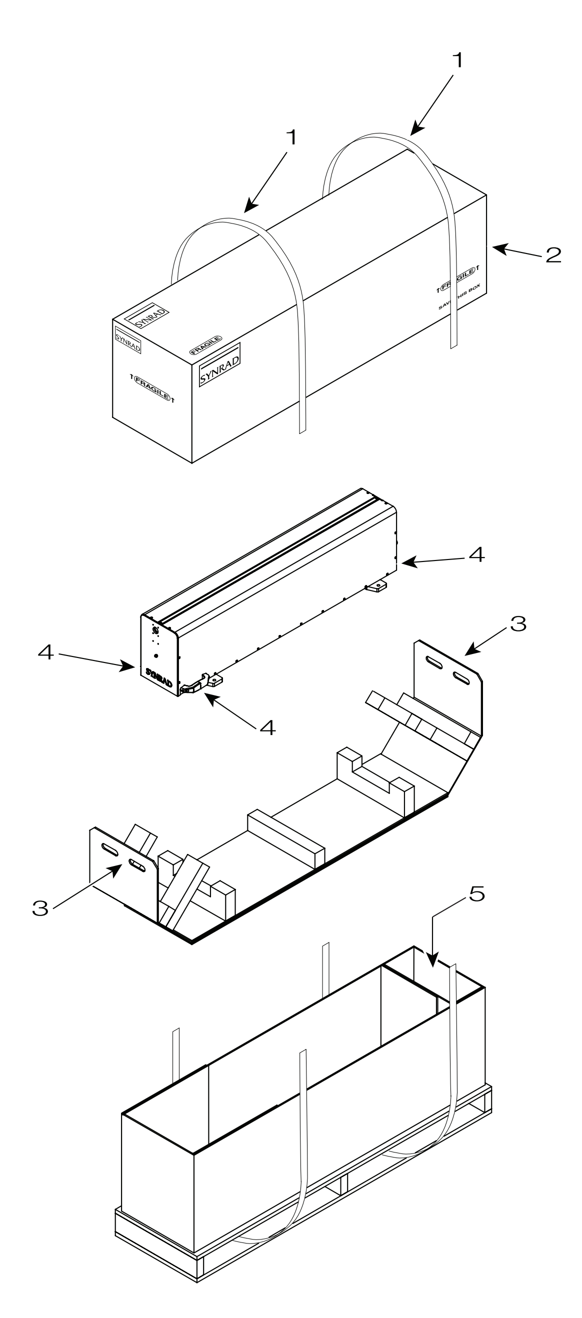


Abbildung 1-1 Auspacken des i401 Lasers

1 Schneiden Sie die um den Versandbehälter gewickelten Transportbänder vorsichtig durch.

2 Entfernen Sie die obere Abdeckung und legen Sie diese zur Seite.

3 Heben Sie den Träger des i401 Lasers aus dem Versandbehälter und setzen Sie diesen auf einer festen Oberfläche ab. Um Personen- und Sachschäden vorzubeugen werden mindestens zwei Personen zum Heben und Bewegen des Trägers benötigt.

4 Heben Sie den i401 Laser an den drei Tragegriffen aus dem Träger. Um Personen- und Sachschäden vorzubeugen werden mindestens zwei Personen zum Heben und Bewegen des Lasers benötigt.

Hinweis: Der Laser darf nicht an den Kühlanschlüssen gehoben oder auf diese gestützt werden. Heben Sie den Laser ausschließlich an den Tragegriffen oder der Bodenplatte.

5 Entnehmen Sie das Zubehör und die Unterlagen aus dem Zubehörfach des Versandbehälters hinter dem Laser, nachdem Sie diesen aus dem Behälter gehoben haben.

6 Bewahren Sie den Versandbehälter und Träger auf. Nutzen Sie diese speziellen Verpackungsmaterialien zum Versand des Lasers an einen anderen Standort.

Entfernen der Tragegriffe

Sobald sich der i401 Laser in seiner endgültigen Montageposition befindet, können die Tragegriffe in folgenden Schritten entfernt werden:

1 Entfernen Sie jeweils zwei 1/4-20 × 5/8 Zoll Kopfschrauben an den insgesamt drei Griffen, siehe Abbildung 1-2.

2 Bewahren Sie die Tragegriffe und Kopfschrauben auf, so dass die Griffe zum Transportieren des i401 wieder befestigt werden können.

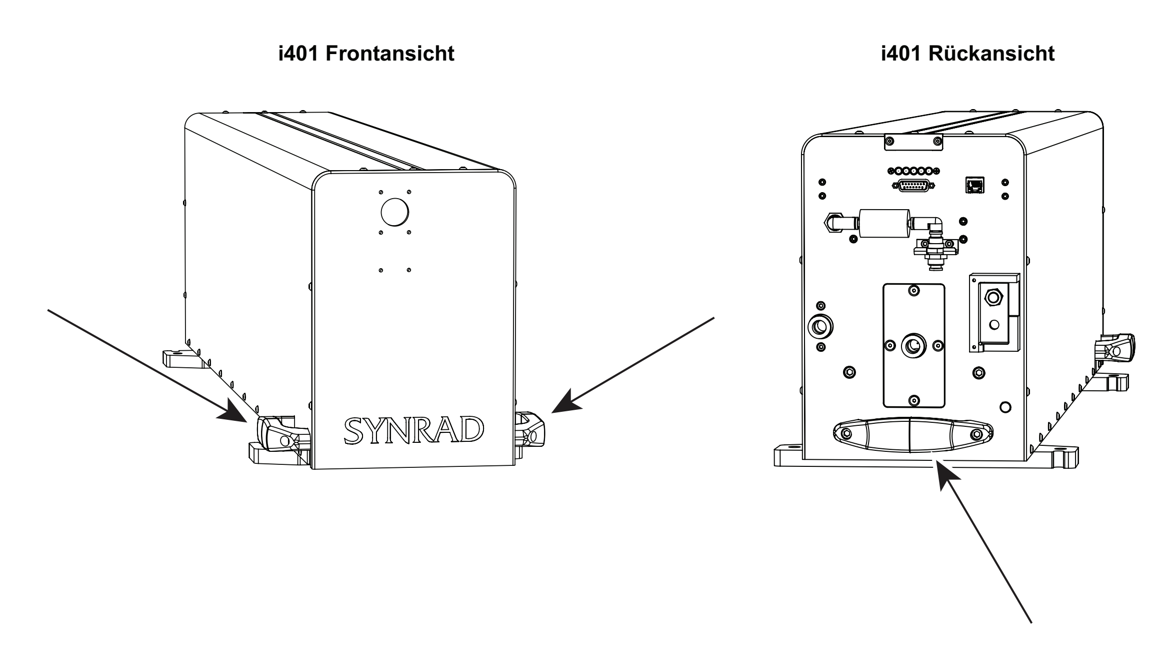


Abbildung 1-2 Entfernen der i401 Tragegriffe

Erste Schritte

Lieferumfang

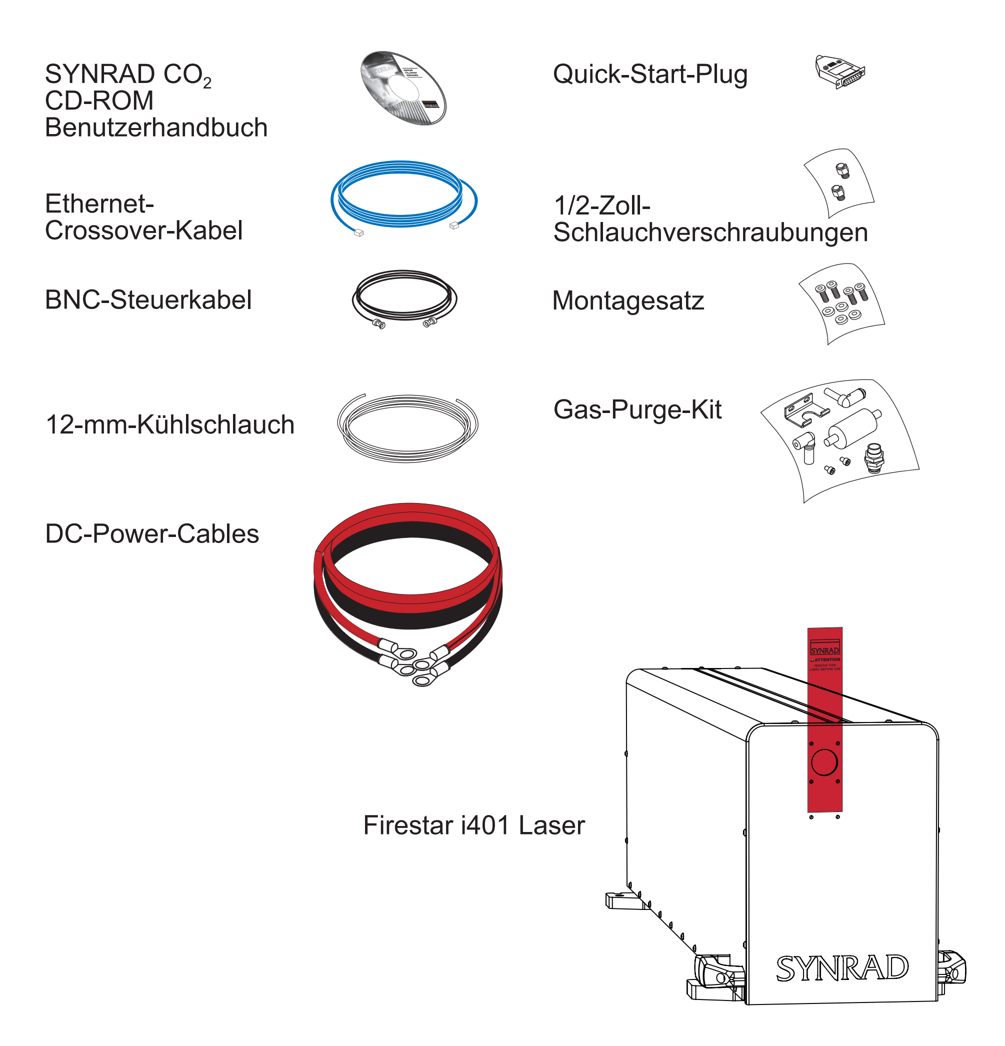


Abbildung 1-3 Firestar i401 Lieferumfang

Tabelle 1-1 Firestar i401 Lieferumfang

Lieferumfang	Anzahl	Lieferumfang	Anzahl
Firestar i401 400 W Laser	1	Quick-Start-Plug	1
SYNRAD CO_2-Laser CD-ROM-Benutzerhandbuch	1	1/2-Zoll-Schlauchverschraubungen	1
Ethernet-Crossover-Kabel	1	Montagesatz	4
BNC-Steuerkabel	1	Gas-Purge-Kit	1
12-mm-Kühlschlauch	1	Ersatzsicherungen (o. Abb.)	4
DC-Power-Cables	1	Abschließender Testbericht (o. Abb.)	1

Erste Schritte

Lieferumfang

i401 Inhaltsbeschreibung

Alle in Tabelle 1-1 enthaltenen Komponenten werden nachfolgend beschrieben:

Firestar i401 400 W Laser – Der Firestar i401 Laser ist ein kompakter Einzelrohr-Laser mit einer Leistung von 400 W, der eine nahezu perfekte Strahlqualität produziert, mit < 100 µs Anstiegs-/Abfallzeiten und einem PWM-Arbeitszyklusbereich von 1 % bis 100 % (voller Dauerstrichbetrieb; CW - Continuous Wave).

SYNRAD CO_2-Laser Benutzerhandbuch auf CD-ROM – enthält ein Firestar i401 Handbuch mit Informationen zu Installation, Betrieb und Wartung Ihres i401 Lasers.

Ethernet-Crossover-Kabel – ist die Kommunikationsverbindung zwischen einem Host und dem Laser für den Zugriff auf Betriebsparameter über die TCP/IP-webbasierte Schnittstelle.

BNC-Steuerkabel – Das Koaxialkabel überträgt das PWM-Steuersignal vom UC-2000 Controller auf den *Quick-Start-Plug* des Lasers.

12-mm-Kühlschlauch – leitet Kühlwasser von der Kühleinheit in den Laser und zurück. Der transparente Polyethylen-Schlauch hat einen Außendurchmesser von 12 mm, eine Länge von 9,14 Metern (30 Fuß) und muss auf die entsprechende Länge zugeschnitten werden.

DC-Power-Cables – leiten Gleichstrom vom 48-V-Netzteil in Ihren i401 Laser. Die Standardkabellänge beträgt 2,0 Meter (6,5 Fuß); Stromkabel mit einer Länge von 5,0 Metern (16 Fuß) sind optional erhältlich.

Quick-Start-Plug – zum Anschluss an den Firestar *User I/O*-Anschluss. Der Stecker enthält Steckbrücken (Jumpers), um die Verriegelungsschaltungen des Firestar für die Erstinbetriebnahme und zu Testzwecken zu aktivieren.

1/2-Zoll-Schlauchverschraubungen – ermöglichen das Ersetzen der 12-mm-Verschraubungen des i401 durch Verschraubungen für 1/2-Zoll-Kühlschläuche. Weitere Informationen zur Installation finden Sie im Abschnitt *Anschlüsse*.

Montagesatz – zur Befestigung Ihres Firestar-Lasers auf der Montagefläche. Jeweils vier M10 × 1,5 mm × 35 mm Kopfschrauben und M10 Unterlegscheiben sind zur Montage des Firestar i401 Lasers im Lieferumfang enthalten.

Gas-Purge-Kit – sorgt für Filterung und ermöglicht das Anschließen Ihres werksinternen Spülgassystems an den Laser.

Ersatzsicherungen (o. Abb.) – flinke Sicherungen mit 40 Ampere schützen die interne HF-Schaltung des Firestar-Lasers.

Abschließender Testbericht (o. Abb.) – enthält die während der letzten, vor dem Versand durchgeführten Abnahmeprüfung erfassten Daten.

Erste Schritte

Montage

Der Abschnitt *Montage* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Vierpunktbefestigung mit Füßen
- Vierpunktbefestigung ohne Füße
- Dreipunktbefestigung ohne Füße

Die Firestar i401 Bodenplatte wurde, wie nachfolgend beschrieben, für eine benutzerfreundliche und vielfältige Montage des Lasers konfiguriert. Weitere Informationen zu den Befestigungspositionen und Abmessungen finden Sie in der Umrisszeichnung des Firestar i401 Gehäuses im Kapitel „Technische Referenzen".

Vorsicht Sachschäden	SYNRAD rät von einer vertikalen Montage der Laser ab. Wenn Sie beabsichtigen Ihren Laser in dieser Ausrichtung zu montieren, bitten wir Sie, sich beim Werk über die daraus entstehenden Einschränkungen zu informieren, da eine vertikale Ausrichtung das Risiko von Schäden an der Ausgangsoptik des Lasers erhöht.

Vierpunktbefestigung mit Füßen

Verwenden Sie dieses Verfahren, um den Laser auf einer horizontalen oder vertikalen Oberfläche (bzw. einer Oberfläche, die sich dynamisch auf mehreren Achsen bewegt) unter Verwendung der werksseitig installierten Befestigungsfüße zu montieren. Für die Montage mit Vierpunktbefestigung dürfen die Abweichungen der Ebenheit der Montagefläche max. 1,02 mm (0,040 Zoll) betragen.

Für die Installation des Firestar i401 (mit Füßen) mit Vierpunktbefestigung müssen folgende Schritte durchgeführt werden:

1 Legen Sie fest, ob Sie die ISO- (metrisch) oder SAE-(Zoll)-Verbindungselemente zur Montage des Lasers nutzen möchten. Jeweils vier M10 (metrisch) Kopfschrauben und M10 Unterlegscheiben/Federringe sind im Lieferumfang enthalten.

2 Bitte sehen Sie sich die i401 Umriss- und Montagzeichnung (Blatt 1 von 2) für Option „A" der Montagemaße an, bevor Sie vier M10 x 1,5 oder vier 3/8 Zoll (UNC oder UNF) Löcher in die Montagefläche bohren und das Gewinde schneiden. Diese Löcher sollten den in Abbildung 1-4 mit „**A**" gekennzeichneten Löchern entsprechen.

Hinweis: Jeder Befestigungsfuß verfügt über eine 9,65 mm (0,380 Zoll) Zylinderstiftführung (siehe „B" in Abb. 1-4) für Anwendungen, die eine hochpräzise Positionierung zur Ausrichtung erfordern.

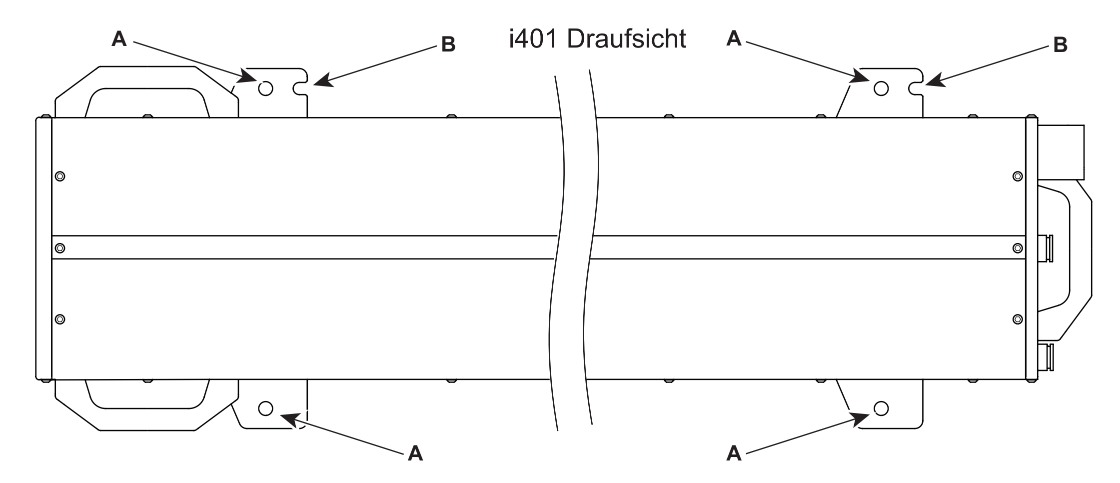


Abbildung 1-4 Montagestellen der Vierpunktbefestigung mit Füßen

3 Setzen Sie den i401 Laser vorsichtig auf die Montagefläche, so dass die Löcher der Befestigungsfüße mit den Gewindelöchern in der Montageoberfläche übereinstimmen.

4 Setzen Sie jeweils einen Federring und eine Unterlegscheibe auf jede Kopfschraube und führen Sie die Verbindungselemente durch die Füße in die Montagefläche ein. Ziehen Sie die Schrauben von Hand an, bis die Gewinde vollständig greifen.

5 Ziehen Sie alle vier Schrauben mit einem Drehmoment von 40 Nm (29 ft/lb) an.

Hinweis: Nachdem der Laser an der gewünschten Position befestigt wurde, können bei Bedarf die Tragegriffe entfernt werden.

Vierpunktbefestigung ohne Füße

Verwenden Sie dieses Verfahren, um den Laser auf einer horizontalen oder vertikalen Oberfläche (bzw. einer Oberfläche, die sich dynamisch auf mehreren Achsen bewegt) durch direkte Befestigung an der Laser-Bodenplatte zu montieren. Für die Montage mit Vierpunktbefestigung dürfen die Abweichungen der Ebenheit der Montagefläche max. 1,02 mm (0,040 Zoll) betragen.

Für die Installation des Firestar i401 (ohne Füße) mit Vierpunktbefestigung müssen folgende Schritte durchgeführt werden:

Vorsicht Sachschäden	Bei Entfernung der Befestigungsfüße muss der Laser durch Auflageblöcke unter der Bodenplatte gestützt werden. Stellen oder legen Sie den i401 Laser ***nicht***, auch nicht vorübergehend, auf die Seite oder Oberseite, da die Blechverkleidung das Gewicht des Lasers nicht tragen kann. Der Laser muss stets mit den Befestigungsfüßen oder der Bodenplatte gestützt bzw. darauf montiert werden, um eine Beschädigung des Lasers zu vermeiden.

1 Heben Sie den i401 Laser an und setzen ihn mit der Bodenplatte auf Auflageböcken ab.

2 Lösen Sie die vier M10 Kopfschrauben mit denen die Füße am Boden des i401 Lasers befestigt sind und entfernen Sie die werksseitig installierten Befestigungsfüße.

Erste Schritte

Montage

3 Bitte sehen Sie sich die i401 Umriss- und Montagzeichnung (Blatt 2 von 2) für Option „B“ der Montagemaße an, bevor Sie vier 10,6 mm (enge Passung) oder 11,2 mm (normale Passung) Durchgangsmontagelöcher in die Montagefläche bohren. Diese Löcher sollten den in Abbildung 1-4 mit „**C**“ gekennzeichneten Löchern entsprechen.

Hinweis: Die i401 Bodenplatte verfügt über zwei 6,40 mm × 12,70 mm (0,252 Zoll × 0,500 Zoll) Zylinderstiftsteckplätze (siehe „D“ in Abb. 1-5) und ein 6,40 mm (0,252 Zoll) großes Zylinderstiftloch für Anwendungen, die eine hochpräzise Positionierung zur Ausrichtung erfordern.

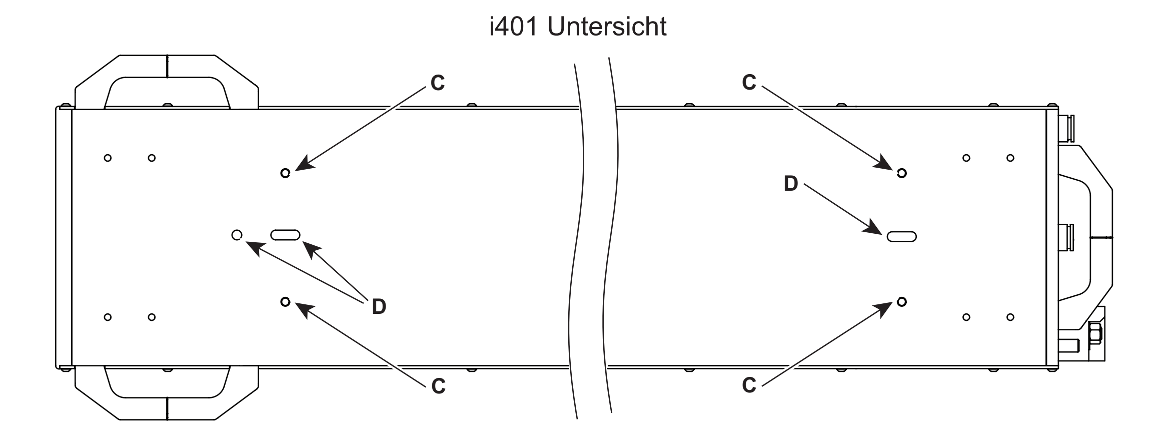


Abbildung 1-5 Montagestellen der Vierpunktbefestigung ohne Füße

4 Setzen Sie den i401 Laser vorsichtig auf die Montagefläche, so dass die Löcher in der Bodenplatte mit den Durchgangsmontagelöchern in der Montageoberfläche übereinstimmen.

Wichtiger Hinweis: Überprüfen Sie die korrekte Schraubenlänge für Ihre Einbausituation. Die im Lieferumfang enthaltenen M10 × 1,5 × 35 mm Kopfschrauben sind für die Verwendung mit den werksseitig installierten Befestigungsfüßen gedacht. Zur Montage des i401 „von unten“ auf der Montagefläche ***müssen Sie M10 × 1,5 Befestigungsschrauben mit einer Länge von 30 mm ± 2 mm, zuzüglich der Stärke der Montagefläche und sämtlicher Unterlegscheiben zwischen dem Schraubenkopf und der Befestigungsplatte, verwenden***.

5 Setzen Sie jeweils einen Federring und eine Unterlegscheibe auf jede Kopfschraube und führen Sie die Verbindungselemente durch die Montagefläche in die Laser-Bodenplatte ein. Ziehen Sie die Schrauben von Hand an, bis die Gewinde vollständig greifen.

6 Ziehen Sie alle vier Schrauben mit einem Drehmoment von 40 Nm (29 ft/lb) an.

Montage

Dreipunktbefestigung ohne Füße

Verwenden Sie dieses Verfahren, um den Laser nur durch direkte Befestigung an der Laser-Bodenplatte auf einer feststehenden horizontalen Oberfläche zu montieren. Wenn die Abweichungen der Ebenheit der Montagefläche 1,02 mm (0,040 Zoll) überschreiten ist eine Montage mit der Dreipunktbefestigung erforderlich.

Für die Installation des Firestar i401 (ohne Füße) mit Dreipunktbefestigung müssen folgende Schritte durchgeführt werden:

Vorsicht Sachschäden	Bei Entfernung der Befestigungsfüße muss der Laser durch Auflageblöcke unter der Bodenplatte gestützt werden. Stellen oder legen Sie den i401 Laser ***nicht***, auch nicht vorübergehend, auf die Seite oder Oberseite, da die Blechverkleidung das Gewicht des Lasers nicht tragen kann. Der Laser muss stets mit den Befestigungsfüßen oder der Bodenplatte gestützt bzw. darauf montiert werden, um eine Beschädigung des Lasers zu vermeiden.

1. Heben Sie den i401 Laser an und setzen ihn mit der Bodenplatte auf Auflageböcken ab.
2. Lösen Sie die vier M10 Kopfschrauben mit denen die Füße am Boden des i401 Lasers befestigt sind und entfernen Sie die werksseitig installierten Befestigungsfüße.

Wichtiger Hinweis: Die einzelne Schraube hinten ***muss an Position „E“***, siehe Ansicht von unten in Abbildung 1-6, befestigt werden. Dieser Befestigungspunkt ist dafür ausgelegt die volle Last des Lasers zu tragen, ohne das Gehäuse zu verziehen.

3. Bitte sehen Sie sich die i401 Umriss- und Montagzeichnung (Blatt 2 von 2) für Option „B“ der Montagemaße an, bevor Sie drei 10,6 mm (enge Passung) oder 11,2 mm (normale Passung) Durchgangsmontagelöcher in die Montagefläche bohren. Diese Löcher sollten den in Abbildung 1-6 mit „***E***“ gekennzeichneten Löchern entsprechen.

Hinweis: Die i401 Bodenplatte verfügt über zwei 6,40 mm × 12,70 mm (0,252 Zoll × 0,500 Zoll) Zylinderstiftsteckplätze (siehe „F“ in Abb. 1-6) und ein 6,40 mm (0,252 Zoll) großes Zylinderstiftloch für Anwendungen, die eine hochpräzise Positionierung zur Ausrichtung erfordern.

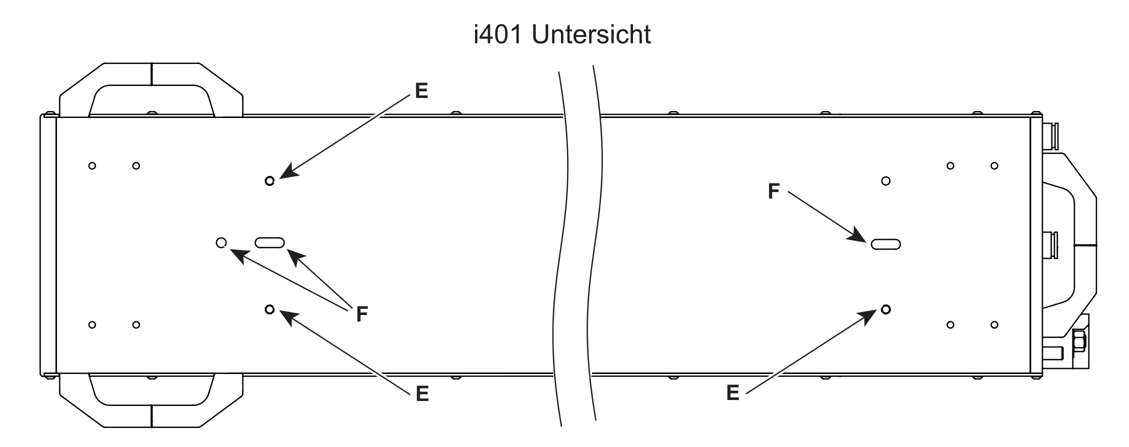


Abbildung 1-6 Montagestellen der Dreipunktbefestigung ohne Füße

Erste Schritte

Montage

4 Setzen Sie den i401 Laser vorsichtig auf die Montagefläche, so dass die Löcher in der Bodenplatte mit den Durchgangsmontagelöchern in der Montageoberfläche übereinstimmen.

Wichtiger Hinweis: Überprüfen Sie die korrekte Schraubenlänge für Ihre Einbausituation. Die im Lieferumfang enthaltenen M10 × 1,5 × 35 mm Kopfschrauben sind für die Verwendung mit den werksseitig installierten Befestigungsfüßen gedacht. Zur Montage des i401 „von unten" auf der Montagefläche ***müssen Sie M10 × 1,5 Befestigungsschrauben mit einer Länge von 30 mm ± 2 mm, zuzüglich der Stärke der Montagefläche und sämtlicher Unterlegscheiben zwischen dem Schraubenkopf und der Befestigungsplatte, verwenden***.

5 Setzen Sie jeweils einen Federring und eine Unterlegscheibe auf jede Kopfschraube und führen Sie die Verbindungselemente durch die Montagefläche in die Laser-Bodenplatte ein. Ziehen Sie die Schrauben von Hand an, bis die Gewinde vollständig greifen.

6 Ziehen Sie alle drei Schrauben mit einem Drehmoment von 40 Nm (29 ft/lb) an.

Erste Schritte

Anschlüsse

Der Abschnitt *Anschlüsse* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Kühlanschlüsse
- 48 V Stromversorgungsanschlüsse
- Steueranschlüsse
- Sonstige Anschlüsse

Kühlanschlüsse

Lesen Sie sich die *Richtlinien für das Schneiden und die Installation von Schläuchen* durch, bevor Sie den Kühlschlauch installieren, und überprüfen Sie, ob das Kühlsystem genau so wie es für Ihren Laser beschrieben ist, angeschlossen ist.

Richtlinien für das Schneiden und die Installation von Schläuchen

- Schneiden Sie die Schlauchlänge großzügig, um ein späteres Zuschneiden zu ermöglichen.
- Schneiden Sie den Schlauch rechtwinklig; diagonale Schnitte dichten möglicherweise nicht richtig ab. Schneiden Sie den Schlauch gerade zu, wenn der Schnitt ausgefranst ist.
- Vermeiden Sie eine übermäßige Belastung der Verschraubungen; biegen Sie die Schläuche in Nähe der Anschlüsse vorsichtig beim Verlegen der Schläuche.
- Vermeiden Sie ein Abknicken der Schläuche, da Knicke den Durchfluss des Kühlmittels maßgeblich beeinträchtigen.
- Schieben Sie den Schlauch vollständig über die Verschraubung; ziehen Sie anschließend am Schlauch, um sich zu vergewissern, dass er eingerastet ist.
- Zum Entfernen des Schlauchs von der Verschraubung müssen Sie den Schlauch zuerst leicht auf die Verschraubung drücken und halten. Schieben Sie anschließend die Entriegelungs-Klemmhülse in Richtung Verschraubung und ziehen Sie den Schlauch ab.
- Nachdem der Schlauch von einer Verschraubung gelöst wurde, müssen 12,7 mm (0,50 Zoll) von den Enden abgeschnitten werden, bevor dieser erneut angeschlossen wird. Durch Zuschneiden der Schlauchenden entsteht eine unberührte Dichtfläche in der Verschraubung.

Anpassen der Kühlanschlüsse für 1/2-Zoll-Schläuche

Firestar i401 Kühlanschlüsse sind für Polyethylen-Schläuche mit einem Außendurchmesser von 12 mm ausgelegt. Sie haben zwei Möglichkeiten, wenn Ihr integriertes System 1/2-Zoll-Kühlanschlüsse verwendet: Sie können einen Schlauchadapter auf den 12-mm-Verschraubungen für den Wechsel von metrischen zu Zollgrößen installieren. Diese Adapter sind unter anderem von Anbietern wie McMaster-Carr (P/N 51495K416) erhältlich.

Die zweite Option ist, die 12-mm-TRI-THREAD-Verschraubung aus dem Kühlkreisverteiler des Lasers zu entfernen und eine 1/2-Zoll-TRI-THREAD-Verschraubung zu installieren. Diese Verschraubungen sind im i401 Lieferumfang enthalten. Die für i401 Laser verwendeten TRI-THREAD-Verschraubungen (von Pneuforce.com) sind dafür ausgelegt die Stirnseite des O-Rings abzudichten, wodurch auch bei Wiederverwendung ein richtiges Dichtverhalten erreicht wird. Drehen Sie die Verschraubung zum Austauschen von TRI THREAD-Verschraubungen von Hand fest, bis der O-Ring die Oberfläche des Kühlkreisverteilers berührt. Ziehen Sie nun die Verschraubung mit einem Schraubschlüssel eine weitere 1/4-Umdrehung in Uhrzeigersinn fest.

Vorsicht Sachschäden	Ziehen Sie die TRI-THREAD-Verschraubungen NICHT zu fest an, da dies die O-Ring-Dichtung verformen oder beschädigen könnte, was zu einer Kühlmittel-Leckage führen kann. Installieren Sie keinen anderen Verschraubungstyp im Kühlkreisverteiler des i401, da dies zur Beschädigung der Gewinde und/oder Kühlmittel-Leckage führen kann.

Erste Schritte

Anschlüsse

Leitfaden zur Vorbereitung der Kühleinheit

- Sie benötigen Schraubverbindungen zum Anschluss des Polyethylen-Schlauchs mit einem Außendurchmesser von 12 mm an die Anschlüsse (Eingang/Ausgang) der Kühleinheit. Diese Schraubverbindungen können entweder schraubbare Verbindungselemente in Form von Schnellkupplungen oder Klemmringverschraubungen sein.
- Da die werksseitig installierten Schraubverbindungen und Schläuche des i401 metrisch sind (12 mm), können der 1/2-Zoll-Schlauch und die -Schraubverbindungen erst nach Installation der entsprechenden Adapter verwendet werden. Eine Kombination aus Zoll und metrischen Schläuchen und Schraubverbindungen führt zwangsläufig zur Kühlmittelleckage und kann dazu führen, dass der unter Druck stehende Schlauch von der Schraubverbindung gesprengt wird.

Kühlmittel

SYNRADs Empfehlung: Mindestens 90 % destilliertes Wasser nach Volumen sollte im Kühlmittel des Lasers enthalten sein. In geschlossenen Regelkreisen muss ein Korrosionsschutzmittel/Algizid, wie Optishield® Plus bzw., je nach Bedarf, ein gleichwertiges Produkt verwendet werden. Vermeiden Sie glykol-basierte Zusatzstoffe, da sie die Wärmekapazität des Kühlmittels reduzieren und hohe Konzentrationen die Leistungsbeständigkeit beeinträchtigen können. Für SYNRAD-Laser liegt der Mindestsollwert von Kühlmitteln bei 18 °C (64 °F), somit ist Glykol überflüssig, es sei den die Kühleinheit wird Temperaturen unter dem Gefrierpunkt ausgesetzt. Kommt Leitungswasser zum Einsatz darf der Chloridgehalt eine Konzentration von 25 ppm nicht überschreiten und die Gesamtwasserhärte sollte unter 100 ppm liegen. Installieren Sie einen Filter am Rücklauf der Kühleinheit und überprüfen Sie diesen häufig. Firestar i401 Laser nutzen folgende medienberührten Materialien im Kühlwasserweg — Messing, Kupfer, Delrin®, PBT, PE, Edelstahl und Viton®.

Hinweis: Verwenden Sie KEIN deionisiertes Wasser als Kühlmittel. Deionisiertes Wasser ist gewöhnlich korrosionsfördernd und eignet sich nicht für Kühlsysteme aus gemischten Materialien.

Einstellen der Kühlmitteltemperatur

Das Einstellen der richtigen Kühlmitteltemperatur ist für den ordnungsgemäßen Betrieb und die Langlebigkeit Ihres Lasers essentiell. Wenn die Kühlmitteltemperatur unterhalb des Taupunkts (Temperatur bei der die Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft kondensiert) liegt, bildet sich Kondensation innerhalb des Lasergehäuses, was zu einer Beschädigung der Laserelektronik sowie der optischen Oberflächen führen kann.

Das größte durch Kondensationsschäden verursachte Risiko entsteht dann, wenn der Laser sich in einer sehr heißen/sehr feuchten Umgebung befindet und die Kühlmitteltemperatur der Kühleinheit unterhalb des Taupunkts der Umgebungsluft liegt oder wenn das System ausgeschaltet wurde, das Kühlmittel jedoch weiterhin für einen längeren Zeitraum durch den Laser fließt.

Der Temperatursollwert der Kühleinheit muss immer höher als die Taupunkttemperatur eingestellt werden. In Fällen in denen eine Temperatureinstellung innerhalb des festgelegten Kühlmitteltemperaturbereichs von 18 °C bis 22 °C (64 °F bis 72 °F) nicht möglich ist, MÜSSEN folgende Schritte durchgeführt werden, um das Risiko von Kondensationsschäden zu vermeiden.

- Leiten Sie Stickstoff oder trockene, gefilterte Luft über den *Gas-Purge*-Anschluss in das Lasergehäuse.
- Klimatisieren Sie den Raum oder das Gehäuse, in dem sich der Laser befindet.
- Installieren Sie einen Luftentfeuchter, um die Luftfeuchtigkeit aus dem Gehäuse, in dem sich der Laser befindet zu entziehen.
- Erhöhen Sie den Kühlmitteldurchsatz um weitere 3,8 lpm (1,0 GPM). Der Kühlmitteldruck darf 414 kPa (60 PSI) nicht übersteigen.
- Beziehen Sie sich auf Tabelle 1-2 und steigern Sie langsam die Kühlmitteltemperatur, bis diese über der Taupunkttemperatur liegt und die Kondensation verschwindet. Die Kühlmitteltemperatur darf 28 °C (82 °F) nicht übersteigen.

Tabelle 1-2 auf der nachfolgenden Seite enthält Taupunkttemperaturen für eine Reihe von Lufttemperaturen und den entsprechenden Feuchtewerten. Bitte denken Sie daran, dass die Kühlmitteltemperatur des Lasers ***höher*** als die in der Tabelle angegebene Taupunkttemperatur eingestellt werden muss. ***Die besten Ergebnisse und Leistung erhalten Sie jedoch in einem Kühlmitteltemperaturbereich von 18-22 °C (64-72 °F)***.

Vorsicht Sachschäden	Der Betrieb des Lasers bei Kühlmitteltemperaturen über 22 °C (72 °F) kann zu einer Leistungsverminderung und/oder vorzeitigem Ausfall der elektronischen Komponenten führen.

Tabelle 1-2 Taupunkttemperaturen

Taupunkttemperaturtabelle °F (°C)

	Relative Luftfeuchtigkeit (%)															
Lufttemp. °F (°C)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
60 (16)	—	—	—	32 (0)	36 (2)	39 (4)	41 (5)	44 (7)	46 (8)	48 (9)	50 (10)	52 (11)	54 (12)	55 (13)	57 (14)	59 (15)
65 (18)	—	—	33 (1)	37 (3)	40 (4)	43 (6)	46 (8)	48 (9)	51 (11)	53 (12)	55 (13)	57 (14)	59 (15)	60 (16)	62 (17)	64 (18)
70 (21)	—	33 (1)	37 (3)	41 (5)	45 (7)	48 (9)	51 (11)	53 (12)	56 (13)	58 (14)	60 (16)	62 (17)	64 (18)	65 (18)	67 (19)	69 (21)
75 (24)	—	37 (3)	42 (6)	46 (8)	49 (9)	52 (11)	55 (13)	58 (14)	60 (16)	62 (17)	65 (18)	67 (19)	68 (20)	70 (21)	72 (22)	73 (23)
80 (27)	35 (2)	41 (5)	46 (8)	50 (10)	54 (12)	57 (14)	60 (16)	62 (17)	65 (18)	67 (19)	69 (21)	71 (22)	73 (23)	75 (24)	77 (25)	78 (26)
85 (29)	40 (4)	45 (7)	50 (10)	54 (12)	58 (14)	61 (16)	64 (18)	67 (19)	70 (21)	72 (22)	74 (23)	76 (24)	78 (26)	80 (27)	82 (28)	83 (28)
90 (32)	44 (7)	50 (10)	54 (12)	59 (15)	62 (17)	66 (19)	69 (21)	72 (22)	74 (23)	77 (25)	79 (26)	81 (27)	83 (28)	85 (29)	87 (31)	88 (31)
95 (35)	48 (9)	54 (12)	59 (15)	63 (17)	67 (19)	70 (21)	73 (23)	76 (24)	79 (26)	81 (27)	84 (29)	86 (30)	88 (31)	90 (32)	92 (33)	93 (34)
100 (38)	52 (11)	58 (14)	63 (17)	68 (20)	71 (22)	75 (24)	78 (26)	81 (27)	84 (29)	86 (30)	88 (31)	91 (33)	93 (34)	95 (35)	97 (36)	98 (37)

Um die Tabelle 1-2 zu nutzen, müssen Sie aus der Spalte *Lufttemp*. den der Lufttemperatur in der Betriebsumgebung des Lasers entsprechenden Wert in Fahrenheit oder Celsius (°C-Werte werden in Klammern angezeigt) auswählen. Die Zeile oben enthält Feuchtewerte. Wählen Sie die entsprechende Luftfeuchtigkeit an Ihrem Standort aus. Der Wert am Schnittpunkt der Spalten *Lufttemp*. und *Relative Luftfeuchtigkeit* ist der entsprechende *Taupunkt* in °F (bzw. °C). Der Temperatursollwert der Kühleinheit muss ***höher*** als die Taupunkttemperatur eingestellt werden. Beträgt die Lufttemperatur beispielsweise 85 °F (29 °C) und die relative Luftfeuchtigkeit ist 60 %, liegt der Taupunkt bei 70 °F (21 °C). Stellen Sie den Temperatursollwert auf 72 °F (22 °C) ein, um eine Kondensationsbildung im Inneren des Lasers zu vermeiden.

Erste Schritte

Anschlüsse

Kühlschlauchanschlüsse

Entnehmen Sie Details zum Anschließen der Kühlschläuche an Ihren i401 Laser der Abbildung 1-7, und befolgen Sie die angegebenen Schritte. Die nummerierten Teile in Abbildung 1-7 entsprechen den Schrittnummern im nachstehend beschriebenen Verfahren.

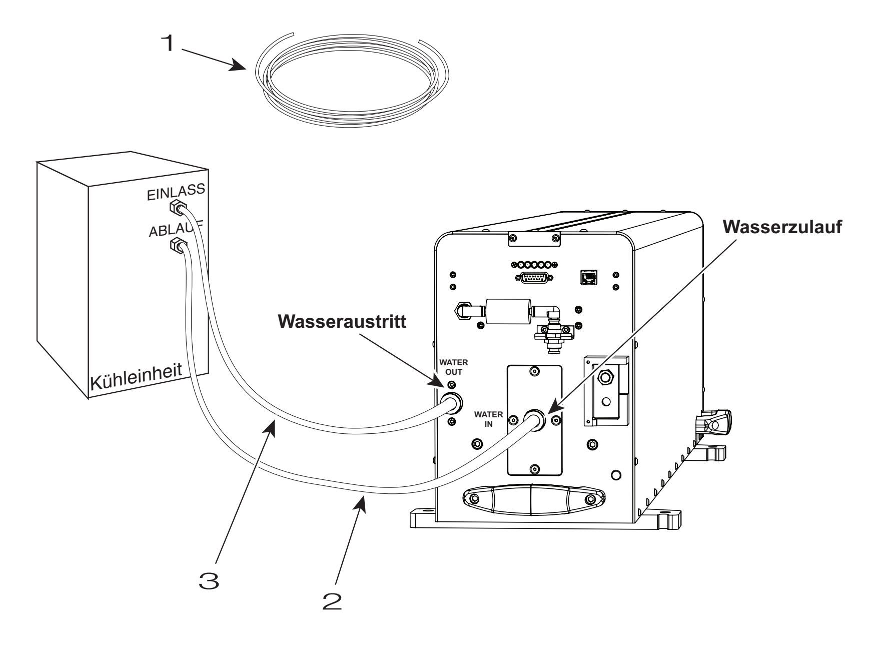


Abbildung 1-7 Firestar i401 Kühlanschlüsse

1 Finden Sie den im Lieferumfang enthaltenen transparenten 12-mm-Polyethylen-Kühlschlauch.

Hinweis: Der i401 Laser ist werksseitig mit Schraubverbindungen für 12-mm-Schläuche ausgestattet. Wenn Ihr integriertes System Kühlschläuche mit 1/2-Zoll-Außendurchmesser verwendet, müssen Sie Schlauchadapter für den Wechsel von 12 mm zu 1/2 Zoll am Laser und anderen Geräten Ihres Verarbeitungssystems installieren oder 1/2-Zoll-TRI-THREAD-Schraubverbindungen auf dem Kühlkreisverteiler des Lasers anbringen.

2 Schneiden Sie den Kühlschlauch auf die entsprechende Länge, um die Auslassöffnung (OUTLET) der Kühleinheit mit dem *WATER IN*-Anschluss an der Rückseite des i401 Lasers zu verbinden.

3 Schneiden Sie den Kühlschlauch auf die entsprechende Länge, um die Einlassöffnung (INLET) der Kühleinheit mit dem *WATER OUT*-Anschluss an der Rückseite des i401 Lasers zu verbinden.

Vorsicht Sachschäden	Die Kühlwassereinlasstemperatur muss stets oberhalb des Taupunkts gehalten werden, um Kondensationsbildung und Wasserschäden am Firestar Laser zu vermeiden.

4 Aktivieren Sie die Kühleinheit und stellen Sie die Temperatur auf einen Sollwert zwischen 18 °C und 22 °C ein. Regulieren Sie den Kühlmitteldurchsatz auf 15,1 lpm (4,0 GPM) bei einem Druck unter 414 kPa (60 PSI).

5 Überprüfen Sie alle Kühlanschlüsse sorgfältig, um undichte Stellen auszuschließen.

Erste Schritte

Anschlüsse

48-V-Stromversorgungsanschlüsse

Hinweis: Der Minuspol (–) des DC-Eingangs zum Laser ist intern verbunden, so dass das Lasergehäuse zur Erdung der DC-Stromversorgung dient. Sie müssen die DC-Stromversorgung trennen, so dass die einzige geerdete Verbindung am Laser besteht. Alternativ können Sie das Lasergehäuse auf einer isolierenden Unterlage oder Isolierfolie montieren, um den Laser galvanisch zu trennen, wenn andere Geräte über das DC-Netzteil geerdet werden.

Firestar i401 Laser benötigen eine Gleichstromquelle die eine Mindestleistung von 135 A bei 48 VDC einspeisen kann. Eine Versorgungsquelle mit Fernerkundungsfähigkeit, die einen Mindestlast-Kabelverlust (Round Trip) von 1,0 V ausgleichen kann, wird dringend empfohlen. Wir empfehlen das SYNRAD PS-401 DC-Netzteil, das eine maximale Stromversorgung von 145 A bei 48 VDC abdeckt. Die Anforderungen an den AC-Eingang für die Stromversorgung des PS-401 sind 180-264/342-528 VAC, dreiphasig (3Ø), pro Phase max. 30 A, 50-60 Hz.

PS-401 DC-Netzteil

Auswahl der Eingangsspannung

Das PS-401 Netzteil wird standardmäßig mit einem AC-Eingangsspannungsbereich von 480 VAC versendet, der für hohe Eingangsspannungen zwischen 342-528 V mit einem Nennspannungsbereich zwischen 380-480 VAC verwendet wird.

Um das PS-401 DC-Netzteil mit einer niedrigen Dreiphasenwechselspannung von 180-264 V mit einem Nennmessbereich von 200-240 VAC zu betreiben, müssen folgende Schritte ausgeführt werden, um die Einheit neu zu konfigurieren:

1 Überprüfen Sie, dass die dem Netzteil zugeführte AC-Spannung physisch gesperrt oder getrennt wurde.

2 Siehe Abbildung 1-8 für die Position des Spannungswählers an der Frontseite des PS-401 Netzteils.

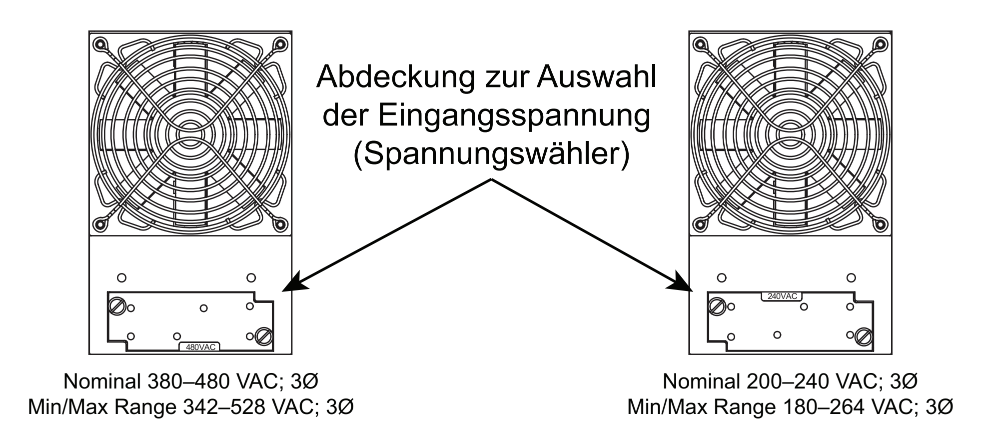


Abbildung 1-8 PS-401 Abdeckung des Spannungswählers

3 Lösen Sie die gerändelten Daumenschrauben, die den Spannungswähler am Gehäuse des PS-401 befestigen.

4 Ziehen Sie den Spannungswähler aus dem Gehäuse und drehen Sie ihn um 180 Grad, so dass die Aussparung nach oben zeigt.

Erste Schritte

Anschlüsse

5 Führen Sie den Spannungswähler vorsichtig wieder in das Netzteilgehäuse ein und stellen Sie sicher, dass er fest an der Steckverbindung angeschlossen ist. „240 VAC" sollte in der Aussparung zu sehen sein (siehe Abbildung 1-8).

6 ***Ziehen*** Sie die Daumenschrauben fest an, um den Spannungswähler am PS-401 Gehäuse zu befestigen.

Dreiphasenwechselstromanschluss

Vorsicht Sachschäden	Sämtliche AC-Eingangskabel und Sicherungen der DC-Stromversorgung müssen entsprechend der lokalen, regionalen und nationalen Vorschriften abgelängt und angeschlossen werden. Lokale, regionale und nationale Normen (wie z. B. NEC, CSA und IEC 60364) heben sämtliche in diesem Handbuch enthaltenen Empfehlungen auf.

Tabelle 1-3 enthält Empfehlungen für die Dreiphasen-Eingangsbeschaltung und Absicherung.

Tabelle 1-3 Dreiphasenwechselstrom - Elektrische Empfehlungen

Parameter	Empfehlung
Eingangsspannungsbereich (3Ø)	342-528 VAC; 380-480 V Nennspannung 180-264 VAC; 200-240 V Nennspannung
Eingangsstrom, max.	25 Ampere pro Phase
Drahtdurchmesser	10 AWG
Sicherungslasttrenner/Leistungsschalter	30 Ampere

Entnehmen Sie Details zum Anschließen des Dreiphasenwechselstroms am Eingang der Abbildung 1-9, und befolgen Sie die angegebenen Schritte:

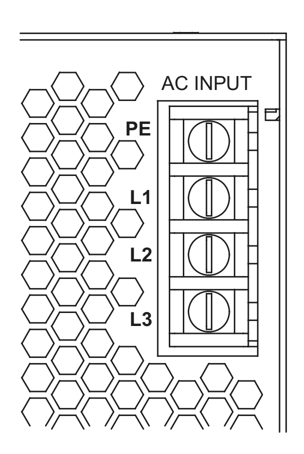


Abbildung 1-9 PS-401 Eingänge

Erste Schritte

Anschlüsse

Hinweis: Da AC-Eingänge und -Anforderungen von Werk zu Werk verschieden sind, muss der Kunde das AC-Netzkabel bzw. die Verkabelung bereitstellen. Die Verbindung der AC-Eingänge mit dem PS-401 DC-Netzteil erfolgt unter Verwendung einer vierpoligen Klemmleiste mit M4 Schraubklemmen im Abstand von 13,0 mm.

1. Führen Sie die Lockout-/Tagout-Maßnahmen Ihres Werks (Verriegelung/Kennzeichnung) durch und überprüfen Sie, dass die dem Netzteil zugeführte AC-Spannung physisch gesperrt oder getrennt wurde.
2. Schließen Sie den (grünen) Masseleiter (Erdleiter) an die mit PE gekennzeichnete Eingangsklemme an.
3. Schließen Sie die erste (üblicherweise schwarze) spannungsführende 3-Phasen-Leitung an die mit L1 gekennzeichnete Eingangsklemme an.
4. Schließen Sie die zweite (üblicherweise rote) spannungsführende 3-Phasen-Leitung an die mit L2 gekennzeichnete Eingangsklemme an.
5. Schließen Sie die dritte (üblicherweise blaue) spannungsführende 3-Phasen-Leitung an die mit L3 gekennzeichnete Eingangsklemme an.

DC-Power-/DC-Voltage-Sense-Cables

Entnehmen Sie Details zum Anschluss der DC-Power und DC-Voltage-Sense-Cables zwischen Ihrem i401 Laser und dem PS-401 DC-Netzteil den Abbildungen 1-10 und 1-11, und führen Sie folgende Schritte aus:

Vorsicht Sachschäden	Kehren Sie die Polarität nicht um, wenn Sie die DC-Power- oder DC-Sense-Cable an Ihre Gleichstromquelle anschließen. Eine umgekehrte DC-Polarität kann das laserinterne HF-Netzteil beschädigen. Folgen Sie den nachstehenden Anweisungen, um zu gewährleisten, dass die DC-Power-Cables ordnungsgemäß an die DC-Ausgangsklemmen angeschlossen werden.

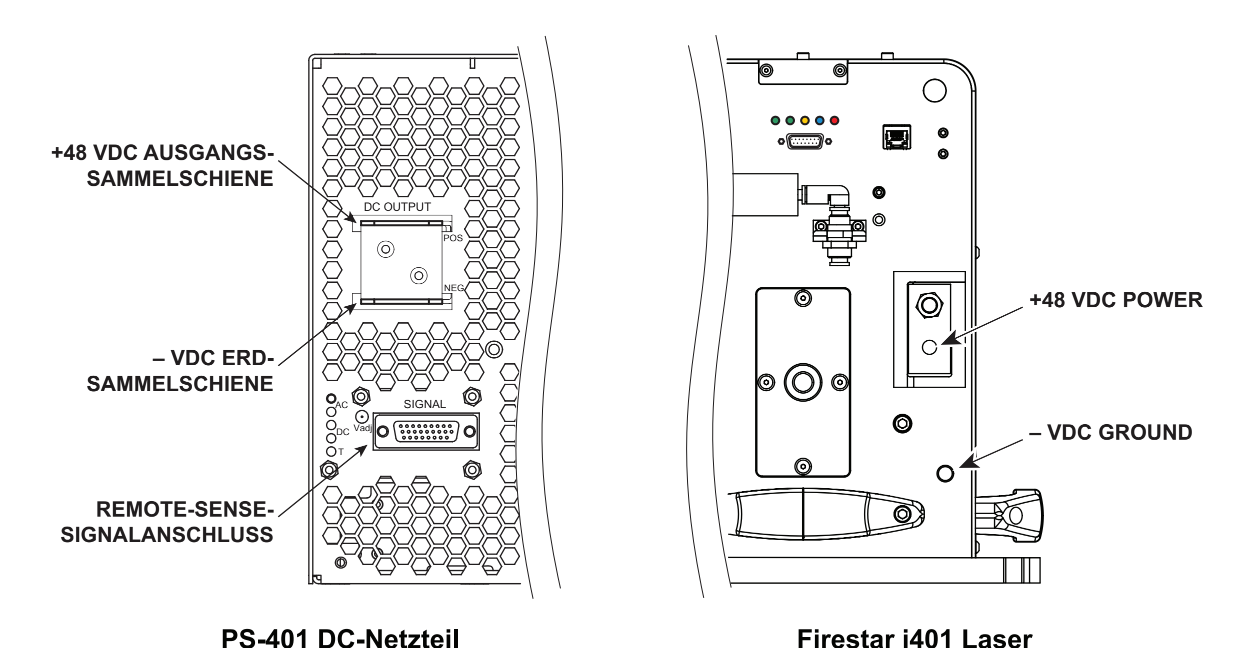


Abbildung 1-10 Position der DC-Stromanschlüsse – Rückansicht

Erste Schritte

Anschlüsse

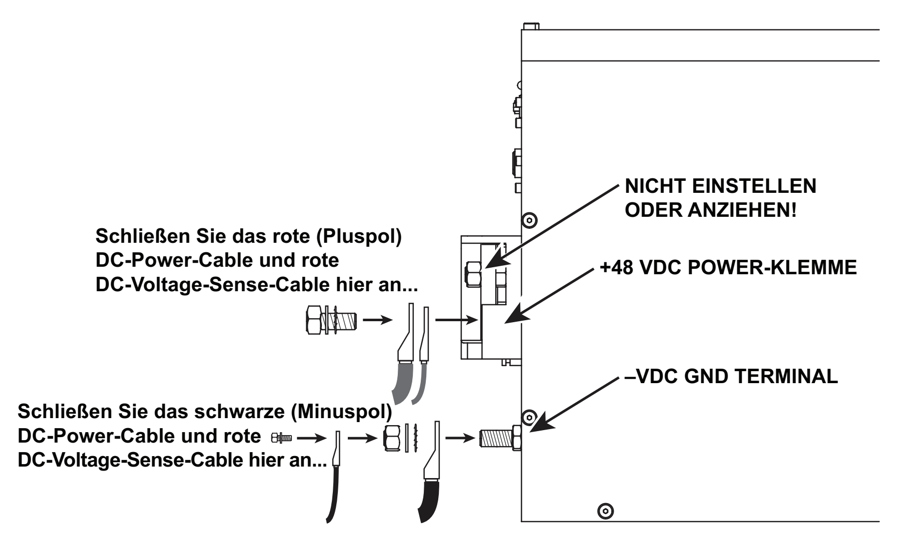


Abbildung 1-11 Position der DC-Stromanschlüsse – Seitenansicht

Laseranschlüsse

Hinweis: Ein *DC-Voltage-Sense-Cable* ist ausschließlich im Lieferumfang des SYNRAD PS-401 DC-Netzteils enthalten. Wenn Sie ein anderes Netzteil als das PS-401 verwenden, müssen Sie ein DC-Voltage-Sense-Cable konfektionieren, dass den Sense-Anschlüssen Ihres DC-Netzteils entspricht. Das Sense-Cable muss in beiden Fällen wie nachfolgend beschrieben angeschlossen werden.

1. Finden Sie die im Lieferumfang des i401 und PS-401 enthaltenen *DC-Power-Cables* und das *DC-Voltage-Sense-Cable*.
2. Entfernen Sie die zwei 6–32 Kopfschrauben und das Kunststoffschild, das den *+48V POWER*-Klemmblock an der Laserseite abdeckt.
3. Entfernen Sie die M10 Schraube, die Unterlegscheibe und die externe Klemmscheibe vom *+48V POWER*-Klemmblock.
4. Entfernen Sie die M10 Sechskantmutter und die externe Klemmscheibe von der *–VDC GND*-Anschlussklemme an der Rückseite des Lasers.
5. Schieben Sie zuerst das schwarze (Minuspol) DC-Power-Cable auf die *–VDC GND*-Anschlussklemme, gefolgt von einer M10 externen Klemmscheibe, Unterlegscheibe und Sechskantmutter (siehe Abbildung 1-11).
6. Ziehen Sie die M10 Sechskantmutter mit einem maximalen Drehmoment von 20 Nm (15 ft/lb) unter Verwendung von zwei Schraubschlüsseln fest. Zum Anziehen der außenliegenden Sechskantmutter muss die innenliegende Mutter (auf der Gehäuserückseite des Lasers aufliegend) stillgehalten werden.
7. Schieben Sie das schwarze (Minuspol) DC-Voltage-Sense-Cable auf die *–VDC GND*-Anschlussklemme und befestigen Sie dieses mit einer M4 Kopfschraube und einer Unterlegscheibe. Ziehen Sie die M4 Schraube vorsichtig mit einem maximalen Drehmoment von 1,6 Nm (16 in/lb) fest**.**
8. Schließen Sie das rote (Pluspol) DC-Power-Cable und rote DC-Voltage-Sense-Cable mit einer M10 Schraube, Unterlegscheibe und Klemmscheibe an den *+48V POWER*-Klemmblock an der Rückseite des Lasers an (siehe Abbildung 1-11). ***Ziehen Sie die M10 Schraube vorsichtig mit einem maximalen Drehmoment von 7,4 Nm (65 in/lb) fest***.

Hinweis: Ziehen Sie die M10 Verbindungselemente zum *+48V POWER*-Klemmblock am Laser nicht zu fest an, um Beschädigungen an den Gewinden zu vermeiden.

9 Setzen Sie die Kunststoffabdeckung wieder auf den *+48V POWER*-Klemmblock auf und befestigen Sie diesen mit den zwei 6-32 Kopfschrauben.

DC-Netzteilanschlüsse

Hinweis: Wenn Sie kein PS-401 DC-Netzteil verwenden, empfehlen wir die Installation eines DC-Netzteils mit Fernerkundungsfähigkeit, das einen Mindestlast-Kabelverlust (Round Trip) von 1,0 V ausgleichen kann.

1 Überprüfen Sie, dass die dem DC-Netzteil zugeführte AC-Spannung physisch gesperrt oder getrennt wurde.

2 Schließen Sie das schwarze (Minuspol) DC-Power-Cable an die –VDC Erdsammelschiene am PS-401 Netzteil mit M6 (oder 1/4 Zoll) Verbindungselementen an (Abbildung 1-10).

3 Schließen Sie das rote (Pluspol) DC-Power-Cable an die +48 VDC Ausgangssammelschiene am PS-401 Netzteil mit M6 (oder 1/4 Zoll) Verbindungselementen an.

4 Schließen Sie den 26-poligen Steckverbinder des *DC-Voltage-Sense-Cables* am Remote-Sense-Signalanschluss (SIGNAL) an der Rückseite des PS-401 Netzteils an. Neben der Fertigstellung des DC-Voltage-Sense-Schaltkreises, verbindet der 26-polige Steckverbinder auch die PS-401 Ausgangssperre (Output Inhibit) und Ausgangsverriegelung (Output Interlock) miteinander, und aktiviert somit den DC-Ausgang.

Wenn Sie ein nicht im Lieferumfang enthaltenes DC-Netzteil verwenden, müssen die DC-Sense-Cables entsprechend der Herstellerempfehlungen angeschlossen werden.

Steueranschlüsse

Alle Steueranschlüsse an Firestar i401 Laser erfolgen über einen 15-poligen *User I/O*-Steckverbinder an der Rückseite des Gerätes. Der *User I/O*-Anschluss erhält die Steuerbefehle vom SYNRAD UC-2000 Universal Laser Controller oder SYNRAD FH Flyer Markierkopf und dient zudem als Verbindungspunkt für Hilfssignale zwischen dem Laser und sämtlichen Komponenten, die Geräte bedienen, automatisieren oder überwachen.



Schwere Verletzungsgefahr

Die Nutzung des *Quick-Start-Plug* deaktiviert die Sicherheitsverriegelungsfunktion des Lasers und kann somit Mitarbeiter in unmittelbarer Umgebung ***unsichtbarer*** Infrarot-Laserstrahlung aussetzen.

Da dieser Steckanschluss Remote-Interlock- und Shutter-Open-Request-Signale miteinander verbindet (brückt), feuert der Laser unverzüglich bei Auslösen eines PWM-Befehlssignals. Ihr integriertes Steuersystem sollte erst wenn sichere Betriebsbedingungen vorliegen, Interlock- und Shutter-Signale direkt an den DB-15 *User I/O*-Anschluss übermitteln.

Der *Quick-Start-Plug* ist ausschließlich für das erste Testen und die Fehlerbehebung durch qualifiziertes Fachpersonal gedacht. Im Normalbetrieb sollte der Remote-Interlock-Eingang an die Sicherheitsverriegelungsschaltung des Geräts angeschlossen sein.

Erste Schritte

Anschlüsse

Quick-Start-Plug

Vorsicht Sachschäden	Schalten Sie die DC-Stromversorgung ab, bevor Sie Stecker oder Kabel am *User I/O*-Anschluss anschließen oder entfernen. Sie müssen gewährleisten, dass alle Verbindungen am entsprechenden Steckplatz angeschlossen werden und die richtigen Signale verwendet werden. Nichtbeachtung kann zu Schäden am Laser führen.

Um einen ordnungsgemäßen Betrieb Ihres Firestar i401-Lasers zu gewährleisten, müssen mehrere Eingangssignale an den DB-15 *User I/O*-Anschluss angelegt werden, bevor die Lasertätigkeit aktiviert wird. Den Eingängen Remote-Interlock (Pin 3) und Shutter-Open-Request (Pin 10) muss Spannung zugeführt werden, bevor der Laser zum Lasern bereit ist. In Anwendungen, in denen Firestar Laser in automatisierte Systeme integriert werden und Sicherheitsverriegelungen erforderlich sind, müssen diese Eingangssignale über das vom Kunden bereitgestellte Steuersystem ausgelöst werden. Der im Lieferumfang enthaltene Steckverbinder *Quick-Start-Plug* verfügt über werksseitig installierte Kurzschlussbrücken zur Aktivierung dieser Eingänge. Schließen Sie den *Quick-Start-Plug* für die Erstinbetriebnahmen und zu Testzwecken an den *User I/O*-Anschluss an.

Für weitere Informationen zum *User I/O*-Anschluss siehe *User I/O-Anschlüsse* im Kapitel „Technische Referenzen" für *User I/O*-Pinbelegungen und Signalbeschreibungen. Siehe *Integration der Firestar Sicherheitsmerkmale*, ebenfalls im Kapitel „Technische Referenzen", für detaillierte Anweisungen zur Integration der Firestar Schlüsselschalter-, Shutter- und Remote Interlock-Funktionen in automatisierte Steuersysteme.

UC-2000 Universal Laser Controller

 Schwere Verletzungs-gefahr	Verwenden Sie ausschließlich geschirmte Kabel zum Anschluss der Signalquelle Ihrer PWM-Steuerung an die PWM-Input-/PWM-Return-Eingänge. In störfeldbehafteten Umgebungen wirken lange ungeschirmte Kabel wie eine Antenne und können ausreichend Spannung generieren, um eine ungewollte Lasertätigkeit auszulösen.

SYNRAD empfiehlt die Verwendung eines UC-2000 Universal Laser Controllers zum Erzeugen von PWM-Steuersignalen zur Kontrolle der Laserausgangsleistung. Um einen UC-2000 Controller (separat erhältlich) anzuschließen, führen Sie bitte die nachfolgend beschriebenen Schritte aus:

Hinweis: Firestar i401 Laser können auch über eine alternative, vom Kunden bereitgestellte Steuersignalquelle angesteuert werden. Siehe Abschnitt *Steuerung der Laserleistung* im Kapitel „Technische Referenzen" für Steuersignalbeschreibungen und siehe Abschnitt *User I/O-Anschlüsse*, ebenfalls im Kapitel „Technische Referenzen", für Signalspezifikationen und Anschlussdetails.

1 Trennen Sie den Laser vom DC-Netzteil.

2 Finden Sie den im Lieferumfang enthaltenen *Quick-Start-Plug*-Steckverbinder.

3 Schließen Sie den *Quick-Start-Plug* an den *User I/O*-Anschluss an der Rückseite des i401 Lasers an.

4 Schließen Sie den BNC-Steckverbinder am Ende des UC-2000 *Power/Control*-Kabels an den BNC-Steckverbinder an der Rückseite des *Quick-Start-Plug* an.

5 Schließen Sie den Mini-DC-Netzstecker am UC-2000 *Power/Control*-Kabel an den Miniatursteckverbinder am Kabel des UC-2000 Steckernetzteils an.

6 Schließen Sie den Mini-DIN-Steckverbinder am anderen Ende des UC-2000 *Power/Control*-Kabels an den *Laser*-Steckverbinder an der Rückseite des UC-2000 an.

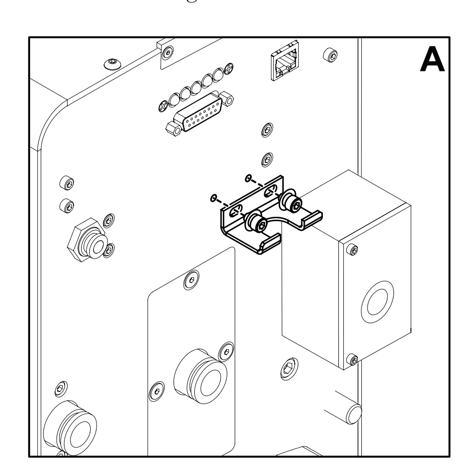
7 Stecken Sie den kompakten Trafo des UC-2000 in eine Steckdose mit 100-240 VAC, 50-60 Hz ein.

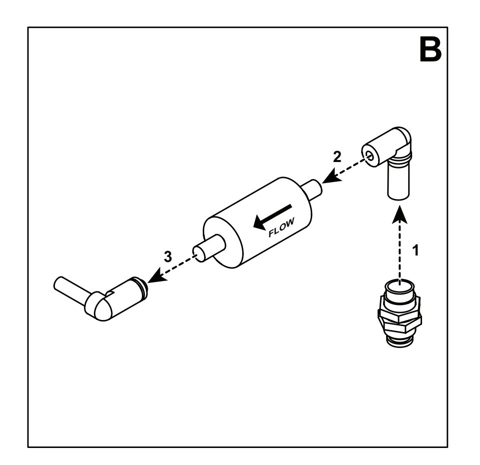
Weitere Anschlüsse

Gas-Purge-Anschluss

Für den Betrieb des Lasers wird die Verwendung eines Gas-Purge-Anschlusses empfohlen. Durch Spülen des Lasers wird ein Überdruck im Inneren des Lasergehäuses erzeugt, der das Ansammeln von Verschmutzungen und Verunreinigungen auf den optischen Oberflächen im Inneren des Lasergehäuses verhindert. In kondensierenden Umgebungen trägt ein Gas-Purge zur Reduzierung des Risikos von Beschädigungen durch Kondensation bei.

Entnehmen Sie Details zum Anschließen des Firestar i401 Gas-Purge-Anschlusses der Abbildung 1-12, und führen Sie die nachfolgenden Schritte aus:





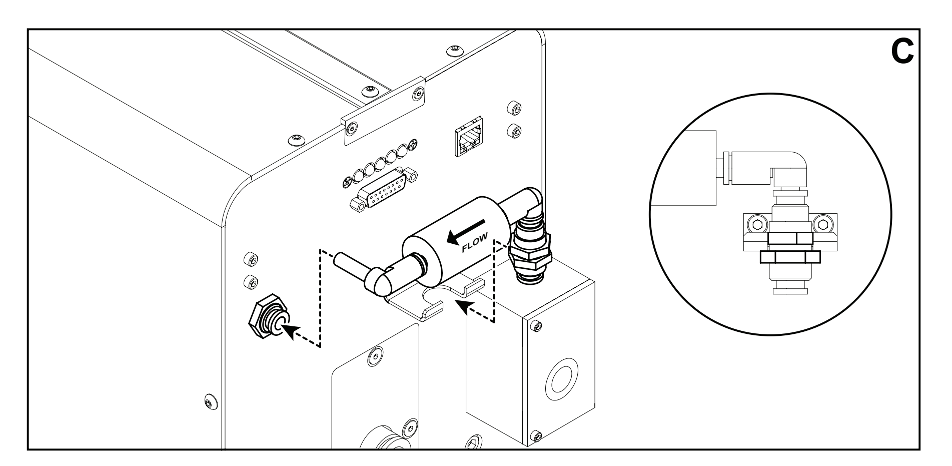


Abbildung 1-12 Gas-Purge-Montagekit

Erste Schritte

Anschlüsse

1 Finden Sie das im i401 Lieferumfang enthaltene Gas-Purge-Kit. Das Kit enthält jeweils eine 90°-Schnellkupplung mit Innen- bzw. Außengewinde, eine Durchgangsverschraubung, einen Gasfilter mit geringem Durchfluss und einen Auflagewinkel mit Befestigungsmitteln.

2 Entnehmen Sie Details der Abbildung 1-12A und befestigen Sie den Auflagewinkel für den Filter mit den im Lieferumfang enthaltenen 6-32 Zylinderkopfschrauben und # 6 Unterlegscheiben an der Rückseite des i401 Lasers.

3 Montieren Sie die zwei 90°-Schnellkupplungen, Durchgangsverschraubung und den Filter, wie in Abbildung 1-12B dargestellt. Achten Sie darauf, dass der Richtungspfeil auf dem Filter wie abgebildet ausgerichtet ist.

4 Lösen Sie die zwei Gegenmuttern der Durchgangsverschraubung, um diese in den Auflagewinkel zu schieben.

5 Entnehmen Sie Details der Abbildung 1-12C und schließen Sie die Filterbaugruppe an den *Gas-Purge*-Anschluss an.

6 Stellen Sie die Gegenmuttern auf beiden Seiten des Auflagewinkels so ein, dass die Filterbaugruppe in Position gehalten wird.

7 Schließen Sie Stickstoff oder Luft in Atemluftqualität über einen 1/4-Zoll-Kunststoffschlauch an die Durchgangsverschraubung an.

Hinweis: Zum Entfernen des Gas-Purge-Schlauchs müssen Sie den Schlauch zuerst leicht auf die Verschraubung drücken und halten. Schieben Sie anschließend die Entriegelungs-Klemmhülse in Richtung Verschraubung und ziehen Sie den Schlauch ab.

Vorsicht
Sachschäden

Ein Spülgasdruck von 34,5 kPa (5 PSI) darf nicht überschritten werden. Übermäßiger Druck kann die Reinigungseinheit oder sonstige interne Laserkomponenten beschädigen.

Argon ist kein geeignetes Spülgas. Verwenden Sie ausschließlich Stickstoff oder reine, trockene Luft, wie in Tabelle 1-4, *Spülgasspezifikationen* beschrieben.

8 Stellen Sie den Spülgasdruck auf einen Wert zwischen 13,8-34,5 kPa (2-5 PSI) ein. Somit entsteht gerade genug positive Luftströmung, um das Eindringen von Staub in den Laser zu verhindern. Wenn ein Durchflussmesser vorhanden ist, muss ein Durchfluss von 0,85-1,7 m^3/hr (30-60 Norm-Kubikmeter pro Stunde; SCFH bzw. Nm^3/hr) mit einem maximalen Druck von 34,5 kPa (5 PSI) eingestellt werden.

9 Öffnen Sie die i401 Webseite wenn das Spülgas einströmt und überwachen Sie den Wert der *Relativen Luftfeuchtigkeit*. Der Messwert sollte innerhalb von 10-15 Minuten auf 0 % (± 10 %) sinken. Sinkt die relative Luftfeuchtigkeit niemals unter etwa 10 %, muss der Durchfluss leicht erhöht werden.

Der *Gas-Purge*-Anschluss am Firestar i401 Laser darf ausschließlich an eine Quelle mit Stickstoff oder reiner, trockener Luft angeschlossen werden. Es dürfen keine anderen Gase zum Spülen verwendet werden. Die Spülgas-Spezifikationen sind in Tabelle 1-4 enthalten (siehe unten).

Tabelle 1-4 Spülgas-Spezifikationen

Spülgas	Spezifikation	
Stickstoff	Hoher Reinheitsgrad	≥ 99,9500 % Reinheit; gefiltert nach ISO Klasse 1 Partikelkonzentration
Luft	Atemluftqualität	≥ 99,9996 % Reinheit; gefiltert nach ISO Klasse 1 Partikelkonzentration
Luft	Druckluft	Gefilterte und getrocknete Druckluftqualität nach ISO 8573-1:2010 Klasse 1, 2, 1 (≤ 10 1,0 5,0 µm Partikel/m^3; ≤ -40 °F Taupunkt; ≤ 0,01 mg/m^3 Öldampf)

Erste Schritte

Anschlüsse

Ethernet-Anschluss

Für den Standardbetrieb ist kein Anschließen an den Ethernet-Port des Firestar i401 erforderlich. Wir empfehlen jedoch eindringlich die i401 Webseite einzurichten und ihre Funktionalität im Rahmen der Erstinbetriebnahme zu überprüfen. Somit wird gewährleistet, dass eine i401 Internetverbindung bei Bedarf für das Beheben von Störungen während der vorausgehenden Tests des Firestar i401 Lasers zur Verfügung steht.

Einrichten der i401 Webseite

Firestar i401 Laser sind mit einer festen IP-Adresse vorbelegt, die eine einfache Ethernet-Verbindung zwischen dem i401 Laser und einem Host gestattet. Zum Anschließen Ihres Hostrechners an den i401 Laser über eine Peer-to-Peer-Ethernet-Verbindung müssen Sie die in den nachfolgenden Abschnitten aufgeführten Schritte ausführen:

Wichtiger Hinweis: Der Anschluss an ein lokales Netzwerk ist gestattet, vorausgesetzt die IP-Adresse des Lasers ist eindeutig Ihrem Netzwerk zugewiesen, anderenfalls benötigen Sie eine Peer-to-Peer-Verbindung. Für die Verbindung zu einem lokalen Netzwerk muss ein nicht gekreuztes (Straight-Through-) Ethernetkabel zwischen dem i401 Laser und Ihrem Ethernet-Router oder -Hub verwendet werden.

Hinweis: Zur Durchführung des Verfahrens kann die Unterstützung Ihrer IT-Abteilung notwendig sein, wenn die Ethernet-Konfiguration Ihres Werks automatisch über das Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) erfolgt. Die i401 Peer-to-Peer-Ethernetverbindung muss an einen Computer mit einer statischen IP-Adresse angeschlossen werden, die nicht mit einem lokalen Netzwerk verknüpft ist.

Festlegen der statischen IP-Adresse für Ihren Rechner

Hinweis: Die genauen Schritte können je nach Betriebssystem variieren.

1 Trennen Sie den Rechner von Ihrem lokalen Netzwerk durch Entfernen sämtlicher Netzwerkkabel.

2 Im *Start*menü wählen Sie *Einstellungen* und *Netzwerkverbindungen* aus.

3 Doppelklicken Sie auf das entsprechende lokale Netzwerk (Local Area Network; LAN).

4 Rufen Sie die *Internetprotokoll (TCP/IP)*-Eigenschaften des LANs auf.

5 Wählen Sie „Folgende IP-Adresse verwenden:“ aus und geben Sie die nachfolgenden Informationen ein:

IP-Adresse: 192.168.50.100
Subnetzmaske: 255.255.255.0

6 Klicken Sie auf *OK*, um die Änderungen zu übernehmen.

Anschluss an den Firestar 401 Laser

1 Trennen Sie den Laser vom DC-Netzteil.

2 Finden Sie das im Lieferumfang enthaltene Ethernet-Crossover-Kabel.

3 Verbinden Sie Ihren Rechner und den i401 *Ethernet*-Anschluss mit dem Crossover-Kabel.

Wichtiger Hinweis: Das im Lieferumfang des Lasers enthaltene Ethernet-Kabel ist ein geschirmtes Crossover-Kabel. Erfordert Ihre Netzwerkanwendung ein nicht gekreuztes Patchkabel bzw. Sie haben ein eigenes Crossover-Kabel, muss gewährleistet werden, dass das Ethernet-Kabel ein für den Industriebereich geschirmtes CAT 5e oder CAT 6-Kabel ist.

Erste Schritte

Anschlüsse

4 Führen Sie das Erstinbetriebnahmeverfahren aus dem Kapitel „Betrieb“ durch und fahren Sie mit Schritt 5 (siehe unten) fort, wenn dem Laser Gleichstrom angelegt wird.

Hinweis: Die i401 Webseite ist ***nicht*** mit dem Google Chrome Browser kompatibel.

5 Öffnen Sie Ihren Webbrowser und geben Sie „http://192.168.50.50“ (ohne Anführungszeichen) ein und drücken Sie anschließend auf *Enter*. Die i401 Homepage sollte wie in Abbildung 1-13 angezeigt, erscheinen.

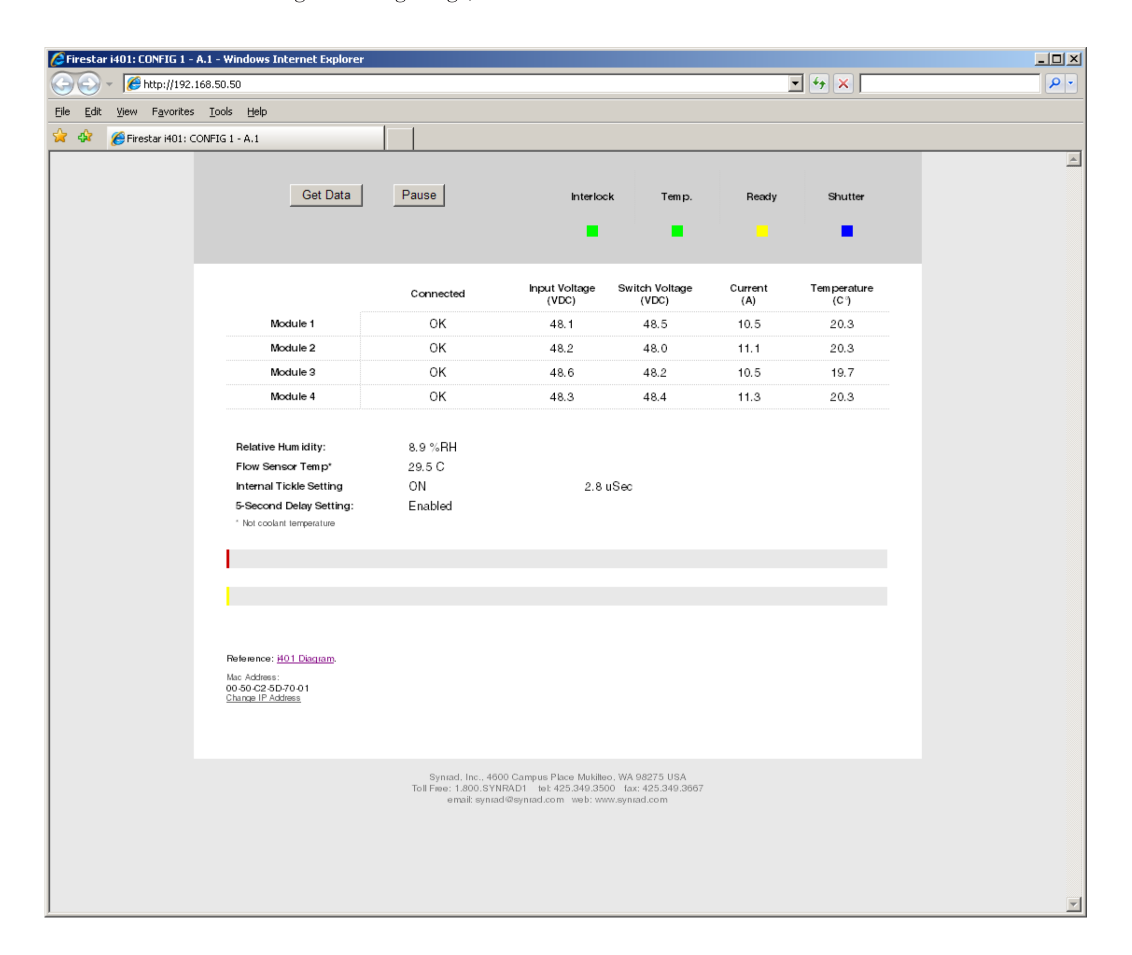


Abbildung 1-13 Firestar i401 Homepage

Siehe Abschnitt *Firestar i401 Webschnittstelle* im Kapitel „Technische Referenzen“ für weitere Informationen zur Nutzung der i401 Webseite zur Überwachung verschiedener Betriebs- und Serviceparameter. Sollten Sie Probleme beim Verbinden mit der i401 Webseite haben, siehe Abschnitt *Fehlerbehebung – Webschnittstelle* im Kapitel „Fehlerbehebung - Webschnittstelle“.

Bedienung 2

Nutzen Sie die Informationen aus diesem Kapitel, um sich mit den Firestar i401 Steuer- und
Anzeigeelementen vertraut zu machen, und den Laserbetrieb einzuleiten.

Dieses Kapitel enthält die folgenden Informationen:

- Steuer- und Anzeigeelemente – veranschaulicht und beschreibt extern am Firestar i401 angebrachte Steuer- und Anzeigeelemente.
- Erstinbetriebnahme – erklärt die Inbetriebnahme des Firestar i401 Lasers und das gleichzeitige Überprüfen der ordnungsgemäßen Funktion.

Bedienung

Steuer- und Anzeigeelemente

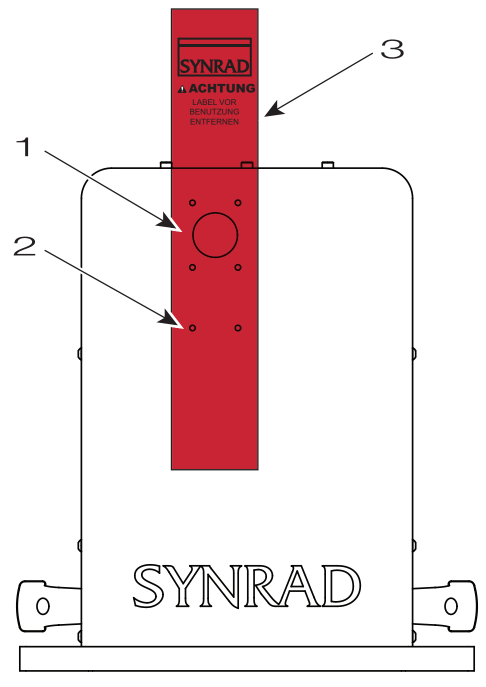


Abbildung 2-1 Firestar i401 Steuer- und Anzeigeelemente - Gerätevorderseite

1 Laseraustrittsöffnung – Öffnung an der Vorderseite des Firestar-Lasers, durch die der Laserstrahl austritt. Die Öffnung verfügt über ein Gewinde zur Montage von Strahlführungskomponenten mit M29 × 1,0 Gewinden.

2 Befestigung für optisches Zubehör – sechs Gewindelöcher (8-32) zur Montage optionaler von SYNRAD erhältlichen Strahlführungskomponenten. Da eine zu hohe Gewichtsbelastung den Laser beschädigen kann, müssen Sie SYNRAD vor der Montage von Komponenten, die nicht speziell für Firestar-Laser konzipiert sind, kontaktieren. Weitere Informationen zu den Einbaumaßen finden Sie in der *Umrisszeichnung des Firestar i401 Gehäuses* im Kapitel „Technische Referenzen".

Hinweis: Für die Montage von optischen Komponenten am i401 Laser, dürfen die 8-32 Verbindungselemente nach UNC-Maß nicht tiefer als 6,35 mm (0,25 Zoll) in die Frontplatte des Lasers eindringen.

3 Siegel auf der Laseraustrittsöffnung – verhindert das Eindringen von Staub und somit eine Beschädigung der Laseroptiken während des Transports. Entfernen Sie das rote selbstklebende Siegel, bevor Sie dem Laser Strom zuführen.

4 Status anzeigen – LED-Anzeigen zeigen den i401 Laserstatus an. Von links nach rechts:

INT-LED (Remote-Interlock) leuchtet grün, um anzuzeigen, dass die Remote-Interlock-Schaltung geschlossen ist und die Lasertätigkeit aktiviert werden kann. Die LED leuchtet rot und die Lasertätigkeit ist deaktiviert, wenn der Interlock-Eingang geöffnet ist.

TMP-LED (Temperatur) leuchtet grün, um anzuzeigen, dass die Lasertemperatur innerhalb der Grenzwerte liegt und die Lasertätigkeit aktiviert werden kann. Die LED leuchtet rot und die Lasertätigkeit ist deaktiviert, wenn die Temperatur oder der Durchfluss des Kühlmittels einen der Grenzwerte überschreitet.

RDY-LED (Ready) leuchtet gelb, wenn der Laser aktiviert ist, und zeigt somit an, dass nach einer fünfsekündigen Verzögerung mit dem Lasern durch Anlegen eines PWM-Steuersignals begonnen werden kann.

SHT-LED (Shutter) leuchtet blau, um anzuzeigen, dass der elektromechanische Verschlussmechanismus (Shutter) geöffnet ist und die Lasertätigkeit aktiviert ist. Die *SHT*-LED ist aus und die Lasertätigkeit ist deaktiviert, wenn der Shutter geschlossen ist.

LASE-LED leuchtet rot, wenn der Firestar i401 aktiv lasert.

Bedienung

Steuer- und Anzeigeelemente

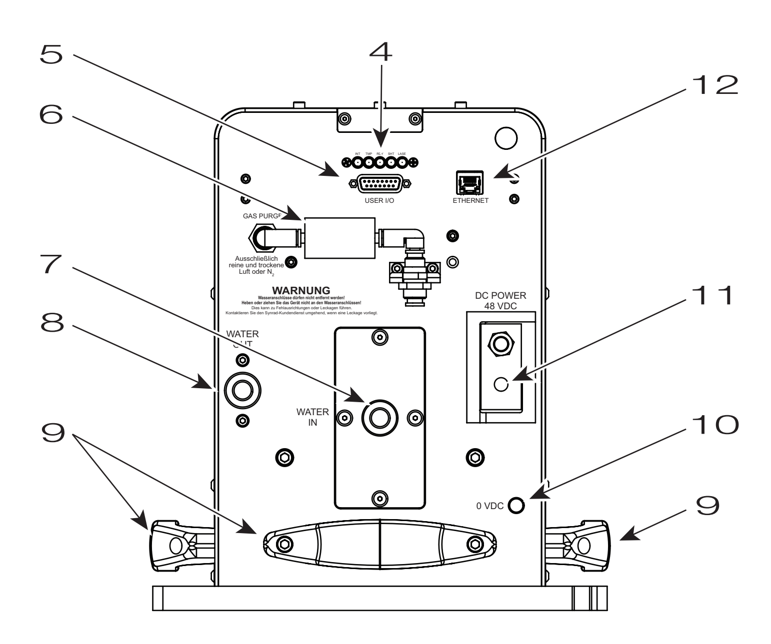


Abbildung 2-2 Firestar i401 Steuer- und Anzeigeelemente - Geräterückseite

5 *User I/O*-Anschluss – bietet einen Verbindungspunkt für die AUX-Ausgangsleistung sowie Eingangs- und Ausgangssignale. Siehe Kapitel „Technische Referenzen" für Pinbelegungen und Signalbeschreibungen.

6 *Gas-Purge*-Anschluss/-Montagekit – bietet einen Niederdruckanschluss für Stickstoff (oder reine Luft), um Schäden an den elektronischen und optischen Komponenten im Gehäuse durch Staub und Ablagerungen zu vermeiden.

7 *WATER IN*-Anschluss – bietet einen 12-mm-Zulaufstutzen für einen Schlauch mit einem Außendurchmesser von 12 mm zum Anschluss der Firestar-Kühleinheit.

8 *WATER OUT*-Anschluss – bietet einen 12-mm-Ablaufstutzen für einen Schlauch mit einem Außendurchmesser von 12 mm zum Anschluss der Firestar-Kühleinheit.

9 Tragegriffe – ermöglichen das sichere Heben und Manövrieren des Lasers. Nach Installation des Lasers können alle drei Griffe bei Bedarf entfernt werden.

10 *GND*-Klemme (–) – M10 × 1,5 Gewindestift bietet einen Verbindungspunkt zum Anschließen des Minuspols (Erdung) des 48-VDC-Netzteils.

11 *48V POWER*-Klemmblock – wird über das 48-VDC-Netzteil mit +48 VDC versorgt. Befestigen Sie das *DC-Power-Cable* mit der im Lieferumfang enthaltenen M10 × 1,5 Schraube am gekennzeichneten Verbindungspunkt.

12 *Ethernet*-Anschluss – bietet einen Verbindungspunkt für eine TCP/IP-webbasierte Schnittstelle zwischen Ihrem Computer oder Netzwerk und dem i401 Laser.

Bedienung

Erstinbetriebnahme

Der Abschnitt *Erstinbetriebnahme* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Mit UC-2000 Controller
- Ohne UC-2000 Controller



Gefahr
Schwere Verletzungs-gefahr

Dieses Laserprodukt der Klasse 4 emittiert ***unsichtbare*** Infrarot-Laserstrahlung im CO_2-Wellenlängenbereich um 10,6 µm. Tragen Sie in der Umgebung des Lasers stets eine Schutzbrille oder einen Augenschutz, da direkte oder gestreute Laserstrahlung schwere Hornhautverletzungen verursachen kann. Vermeiden Sie den Kontakt von Personen mit dem Laserstrahl. Das Produkt emittiert einen unsichtbaren Laserstrahl, der schwere Verbrennungen des menschlichen Gewebes verursachen kann.

Achten Sie stets auf den Strahlengang und verwenden Sie zum Testen eine Strahlblockade.



Warnung
Schwere Verletzungs-gefahr

Die Remote-Interlock-Fehler der Firestar i401 OEM-Laser sind nicht gesperrt. Durch Beheben des Fehlerzustands wird die *RDY*-Anzeige reaktiviert und der Laser wird nach einer fünfsekündigen Verzögerung ausgelöst, vorausgesetzt die *SHT*-Anzeige leuchtet und ein PWM-Steuersignal wird angelegt. Da die Exposition von 10,6 µm CO_2-Laserstrahlung zu schweren Hornhautverletzungen und Verbrennungen des menschlichen Gewebes führen kann, muss der Erstausrüster oder Systemintegrator gewährleisten, dass die entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen getroffen wurden, um unbeabsichtigte Lasertätigkeiten zu verhindern.



Warnung
Schwere Verletzungs-gefahr

Durch Nutzung des *Quick-Start-Plug*-Steckverbinders wird die Sicherheitsverriegelungsfunktion des Lasers deaktiviert und Mitarbeiter in unmittelbarer Umgebung können ***unsichtbarer*** Infrarot-Laserstrahlung ausgesetzt werden.

Der *Quick-Start-Plug* ist ausschließlich für das erste Testen und die Fehlerbehebung durch qualifiziertes Fachpersonal gedacht. Im Normalbetrieb sollte der Remote-Interlock-Eingang an die Sicherheitsverriegelungsschaltung des Gerätes angeschlossen sein.

Wichtiger Hinweis: Aus Sicherheitsgründen verfügt der Firestar i401 über einen integrierten elektromechanischen Verschlussmechanismus (Shutter), der über das Eingangssignal Shutter-Open-Request (Pin 10 am DB-15 *User I/O*-Anschluss) gesteuert wird. Der Shutter öffnet jedoch nur, wenn ein Shutter-Open-Request-Signal angelegt wird ***und*** die *RDY*-LED an ist (Remote-Interlock-Eingang ist aktiv und es liegt kein Übertemperaturfehler vor).

Nutzen Sie den Interlock-Eingang für eine maximale Bedienersicherheit. Bei offenem Remote-Interlock-Eingang (Wegnahme der Spannungsquelle), schließt der interne Shutter automatisch, um den Strahlengang zu blockieren; die *RDY*-LED erlischt, die *SHT*-LED erlischt (ungeachtet des Status des Shutter-Open-Request-Eingangs) und sämtliche Gleichstromzufuhr der HF-Platinen wird unterbrochen.

Erstinbetriebnahme

Wichtiger Hinweis: (Forts.) Zum Einleiten einer Lasertätigkeit muss eine Spannung im Bereich von ±5-24 VDC an den Remote-Inter-lock-Eingang angelegt werden. Daraufhin wechselt die *INT*-LED auf grün, die *RDY*-Anzeige wechselt auf gelb und führt den HF-Platinen des Lasers Gleichstrom zu, wodurch interne Tickle-Pulse das Laserrohr erreichen.

Legen Sie ein Shutter-Open-Request-Signal (im Spannungsbereich von ±5-24 VDC) an, um den physischen Verschlussmechanismus zu öffnen (es dauert circa 30 ms bis der elektromechanische Verschluss vollständig geöffnet ist) und lösen Sie anschließend ein PWM-Steuersignal aus, um mit dem Lasern zu beginnen.

Bei Wegnahme des Shutter-Open-Request-Signals schließt sich der Shutter und blockiert den Strahlengang, während gleichzeitig das PWM-Signal deaktiviert wird. Die internen Tickle-Pulse bleiben weiterhin aktiviert und liefern Tickle-Signale, um die Bereitschaft des Laserrohrs aufrechtzuerhalten.

Mit UC-2000 Controller

Vor Inbetriebnahme Ihres Firestar® i401 Lasers, muss dessen Funktionalität überprüft werden. Führen Sie folgende Schritte aus, um zu überprüfen, ob das Lasersystem mit optimaler Leistung läuft. Verwenden Sie hierzu einen UC-2000 Controller als Stand-Alone-Steuerung. Versuchen Sie nicht den Laser oder den UC-2000 Controller extern zu steuern.

Hinweis: Zur Durchführung der Erstinbetriebnahme müssen Sie zuerst den *Quick-Start-Plug* anschließen bzw. die erforderlichen Remote-Interlock- und Shutter-Open-Request-Signale dem *User I/O*-Anschluss zuführen. Siehe *User I/O-Anschlüsse* im Kapitel „Technische Referenzen“ für Pinbelegungen und Signalbeschreibungen.

Inbetriebnahme von Zusatzgeräten

1 Stellen Sie sicher, dass alle Mitarbeiter in der Umgebung des Lasers einen Augenschutz tragen.

Vorsicht Sachschäden	Entfernen Sie das Siegel auf der Laseraustrittsöffnung vor der Inbetriebnahme des Lasers. Das selbstklebende Siegel wurde angebracht, um ein Eindringen von Staub in das Lasergehäuse während des Transports und der Installation zu verhindern, und muss vor der Inbetriebnahme entfernt werden. Verwenden Sie während des Laserbetriebs ein Spülgas, um Staub und Dämpfe aus dem Strahlengang fernzuhalten.

2 Entfernen Sie das rote selbstklebende Siegel von der Laseraustrittsöffnung an der Frontplatte des Lasers.

3 Positionieren Sie eine Strahlblockade 0,5 Meter (20 Zoll) von der Laseraustrittsöffnung entfernt, um den Laserstrahl auf den Arbeitsbereich zu beschränken.

Vorsicht Sachschäden	Die Kühlwassereinlasstemperatur muss stets oberhalb des Taupunkts gehalten werden, um Kondensationsbildung und Wasserschäden im Firestar-Laser zu vermeiden.

Bedienung

Erstinbetriebnahme

4 Schalten Sie die Kühleinheit ein und stellen Sie den Temperatursollwert zwischen 18 °C und 22 °C ein. Stellen Sie sicher, dass die Kühleinheit eine Durchflussleistung von 15,1 lpm (4 GPM) mit weniger als 414 kPa (60 PSI) Druck aufweist. Überprüfen Sie alle Kühlschlauchanschlüsse auf Anzeichen von Leckage.

Vorsicht Sachschäden	Ein Spülgasdruck von 34,5 kPa (5 PSI) darf nicht überschritten werden. Übermäßiger Druck kann die Gas-Purge-Baugruppe oder sonstige interne Laserkomponenten beschädigen. Argon ist kein geeignetes Spülgas. Verwenden Sie ausschließlich Stickstoff oder reine, trockene Luft, wie in Tabelle 1-4, *Spülgasspezifikationen*, beschrieben.

5 Starten Sie den Gasfluss mit einem Durchfluss von 0,85-1,7 m³/h (30-60 Norm-Kubikmeter pro Stunde; SCFH bzw. Nm³/h) bei einem Druck unter 34,5 kPa (5 PSI). Wenn kein Durchflussmesser vorhanden ist, muss ein Durchfluss von 13,8-34,5 kPa (2-5 PSI) eingestellt werden.

Hinweis: Sollten Sie Ihren UC-2000 Universal Laser Controller noch nicht in Betrieb genommen haben, siehe *UC-2000 Laser Controller Benutzerhandbuch* für Installations- und Bedienungsanweisungen, bevor Sie fortfahren.

6 Stellen Sie den UC-2000 in den *MANUELL*-Modus und den *PWM-Adj-Knob*-Regler auf eine Ausgangsleistung von Null (0,0 %) ein. Die UC-2000 *Lase*-Anzeige sollte ausgeschaltet sein.

7 Schalten Sie die +48-VDC-Stromversorgung ein.

Ist der werksseitig verdrahtete Steckverbinder *Quick-Start-Plug* installiert, leuchtet die *INT*-Anzeige grün, die *SHT*-Anzeige blau, und die *RDY*-LED leuchtet gelb. Die *TMP*-Anzeige leuchtet grün, wenn die Lasertemperatur innerhalb der sicheren Betriebsgrenzen liegt.

Inbetriebnahme Ihres Firestar i401 Lasers

Wichtiger Hinweis: Im Gegensatz zu anderen Firestar-Lasern ist die *SHT*-LED der i401 Laser vom Status der *RDY*-Anzeige abhängig. Trotz Shutter-Open-Request-Signal leuchtet die *SHT*-LED nicht auf, wenn die *RDY*-LED aus ist. Somit wird den HF-Platinen erst Strom zugeführt, wenn die *RDY*-Anzeige leuchtet.

Wichtiger Hinweis: Bei jedem Einschalten eines i401 OEM-Lasers erfolgt eine fünfsekündige Verzögerung zwischen dem Aufleuchten der *RDY* -Anzeige und der Laserbereitschaft. Nach Ablauf dieser fünfsekündigen Verzögerung (und während die *SHT*-LED aus ist) werden Tickle-Pulse angelegt, um den Laser betriebsbereit zu halten. Nachdem ein Shutter-Open-Request-Signal angelegt wurde und die *SHT*-LED aufleuchtet, kann ein PWM-Steuersignal ausgelöst werden, um mit dem Lasern zu beginnen.



Aufgrund von Phasendifferenzen können sich externe „Tickle-Pulse“ mit dem intern generierten „Tickle-Signal“ zusammenschließen, was dazu führt, dass die *LASE*-LED während des Übergangs vom Tickle zur Lasertätigkeit zu flackern beginnt. Es kann zur Laserabgabe kommen, wenn die *LASE*-LED flackert.

Bedienung

Erstinbetriebnahme

1 Drücken Sie die *Lase On/Off*-Taste des UC-2000. Die *Lase*-Anzeige auf dem UC-2000 beginnt zu leuchten.

2 Steigern Sie die Leistung langsam über den *PWM-Adj-Knob*-Regler am UC-2000 Controller. Die *LASE*-LED leuchtet rot, wenn die PWM-Steuersignalimpulse lang genug sind, um eine Laserausgangsleistung zu produzieren (üblicherweise 7-10 µs bei 5 kHz). Der Punkt, an dem der Laser die Strahlblockade trifft, wird heller und weist somit auf eine erhöhte Ausgangsleistung hin.

3 Drücken Sie die *Lase On/Off*-Taste des UC-2000, um die Lasertätigkeit zu beenden. Die *Lase*-Anzeigen am UC-2000 und am Laser sollten beide erlöschen.

4 Besteht eine Verbindung zum *Ethernet*-Anschluss des i401 Lasers, können Sie auf die i401 Webseite zugreifen, um die Betriebsbedingungen und Funktionalität zu überprüfen (siehe Abbildung 1-13). Weitere Informationen zum Zugriff auf die Firestar i401 Webseite finden Sie in den Kapiteln „Erste Schritte“ oder „Technische Referenzen“.

Überprüfen Sie den Wert der *Relativen Luftfeuchtigkeit*, während das Spülgas einströmt. Der Messwert sollte innerhalb von 10-15 Minuten auf 0 % (± 10 %) sinken. Sinkt die relative Luftfeuchtigkeit niemals unter etwa 10 %, muss der Durchfluss leicht erhöht werden.

5 Trennen Sie den Laser vom DC-Netzteil.

Vorsicht Sachschäden	Lassen Sie kein Kühlmittel durch den Laser fließen, wenn dieser ausgeschaltet ist. Dies führt zu Kondensation im Inneren des Lasers, was zu katastrophalen Schäden an den optischen Elementen und elektronischen Schaltungen führen kann.

6 Schalten Sie die Kühleinheit aus bzw. stoppen Sie den Kühlmitteldurchfluss im Laser.

7 Stoppen Sie die Spülgaszufuhr zum Laser. In schmutzigen oder staubigen Umgebungen kann jedoch ein Dauerspülen des Lasers erforderlich sein, um eine Verschmutzung der internen Optiken zu verhindern.

Arbeitet der Firestar i401 Laser nicht wie erwartet, siehe Abschnitt *Fehlerbehebung* im Kapitel „Wartung/Fehlerbehebung“ für weitere Informationen zur Fehlerbehebung.

Ohne UC-2000 Controller

Sollten Sie sich gegen die Verwendung eines UC-2000 Controllers zur Steuerung des Lasers entschieden haben, müssen Sie nachfolgende Schritte zur Überprüfung der Funktionalität des Lasers ausführen. Obwohl kein Tickle-Signal erforderlich ist, müssen Sie PWM-Steuersignale an den *User I/O*-Anschluss anlegen. Siehe Abschnitt *User I/O-Anschlüsse* im Kapitel „Technische Referenzen“ für die Pinbelegung der Anschlüsse und siehe Abschnitt *Steuerung der Laserleistung* im Kapitel „Technische Referenzen“ für Steuersignalbeschreibungen.

Hinweis: Zur Durchführung der Erstinbetriebnahme müssen Sie zuerst den *Quick-Start-Plug* anschließen bzw. die erforderlichen Remote-Interlock- und Shutter-Open-Request-Signale dem *User I/O*-Anschluss zuführen. Siehe *User I/O-Anschlüsse* im Kapitel „Technische Referenzen“ für Pinbelegungen und Signalbeschreibungen.

Inbetriebnahme von Zusatzgeräten

1 Stellen Sie sicher, dass alle Mitarbeiter im Umfeld des Lasers einen Augenschutz tragen.

Bedienung

Erstinbetriebnahme

Vorsicht Sachschäden	Entfernen Sie das Siegel auf der Laseraustrittsöffnung vor der Inbetriebnahme des Lasers. Das selbstklebende Siegel wurde angebracht, um ein Eindringen von Staub in das Lasergehäuse während des Transports und der Installation zu verhindern, und muss vor der Inbetriebnahme entfernt werden. Verwenden Sie während des Laserbetriebs ein Spülgas, um Staub und Dämpfe aus dem Strahlengang fernzuhalten.

2 Entfernen Sie das rote selbstklebende Siegel von der Laseraustrittsöffnung an der Frontplatte des Lasers.

3 Positionieren Sie eine Strahlblockade 0,5 Meter (20 Zoll) von der Laseraustrittsöffnung entfernt, um den Laserstrahl auf den Arbeitsbereich zu beschränken.

Vorsicht Sachschäden	Die Kühlwassereinlasstemperatur muss stets oberhalb des Taupunkts gehalten werden, um Kondensationsbildung und Wasserschäden im Firestar-Laser zu vermeiden.

4 Schalten Sie die Kühleinheit ein und stellen Sie den Temperatursollwert zwischen 18 °C und 22 °C ein. Stellen Sie sicher, dass die Kühleinheit eine Durchflussleistung von 15,1 lpm (4 GPM) mit weniger als 414 kPa (60 PSI) Druck aufweist. Überprüfen Sie alle Kühlschlauchanschlüsse auf Anzeichen von Leckage.

Vorsicht Sachschäden	Ein Spülgasdruck von 34,5 kPa (5 PSI) darf nicht überschritten werden. Übermäßiger Druck kann die Gas-Purge-Baugruppe oder sonstige interne Laserkomponenten beschädigen. Argon ist kein geeignetes Spülgas. Verwenden Sie ausschließlich Stickstoff oder reine, trockene Luft, wie in Tabelle 1-4, *Spülgasspezifikationen*, beschrieben.

5 Starten Sie den Gasfluss mit einem Durchfluss von 0,85-1,7 m^3/h (30-60 Norm-Kubikmeter pro Stunde; SCFH bzw. Nm^3/h) bei einem Druck unter 34,5 kPa (5 PSI). Wenn kein Durchflussmesser vorhanden ist, muss ein Durchfluss von 13,8-34,5 kPa (2-5 PSI) eingestellt werden.

6 Stellen Sie sicher, dass Ihr PWM-Controller auf eine Ausgangsleistung von Null (0,0 %) eingestellt ist.

7 Schalten Sie die +48-VDC-Stromversorgung ein.

Ist der werksseitig verdrahtete Steckverbinder *Quick-Start-Plug* installiert, leuchtet die *INT*-Anzeige grün, die *SHT*-Anzeige blau, und die *RDY*-LED leuchtet gelb. Die *TMP*-Anzeige leuchtet grün, wenn die Lasertemperatur innerhalb der sicheren Betriebsgrenzen liegt.

Bedienung

Erstinbetriebnahme

Inbetriebnahme Ihres Firestar i401 Lasers

Wichtiger Hinweis: Im Gegensatz zu anderen Firestar-Lasern ist die *SHT*-LED der i401 Laser vom Status der *RDY*-Anzeige abhängig. Trotz Shutter-Open-Request-Signal leuchtet die *SHT*-LED nicht auf, wenn die *RDY*-LED aus ist. Somit wird den HF-Platinen erst Strom zugeführt, wenn die *RDY*-Anzeige leuchtet.

Wichtiger Hinweis: Bei jedem Einschalten eines i401 OEM-Lasers erfolgt eine fünfsekündige Verzögerung zwischen dem Aufleuchten der *RDY*-Anzeige und der Laserbereitschaft. Nach Ablauf dieser fünfsekündigen Verzögerung (und während die *SHT*-LED aus ist) werden Tickle-Pulse angelegt, um den Laser betriebsbereit zu halten. Nachdem ein Shutter-Open-Request-Signal angelegt wurde und die *SHT*-LED aufleuchtet, kann ein PWM-Steuersignal ausgelöst werden, um mit dem Lasern zu beginnen.



Schwere Verletzungsgefahr

Aufgrund von Phasendifferenzen können sich externe „Tickle-Pulse“ mit dem intern generierten „Tickle-Signal“ zusammenschließen, was dazu führt, dass die *LASE*-LED während des Übergangs vom Tickle zur Lasertätigkeit zu flackern beginnt. Es kann zur Laserabgabe kommen, wenn die *LASE*-LED flackert.

1 Legen Sie ein PWM-Steuersignal (+5 VDC, 5 kHz Rechteckwelle mit 4 µs Pulsdauer) zwischen PWM-Input (Pin 9) und PWM-Return (Pin 1) am Firestar *User I/O*-Anschluss an.

2 Steigern Sie den Arbeitszyklus der Rechteckwelle langsam. Die *LASE*-Anzeige leuchtet rot, wenn die PWM-Signalimpulse lang genug sind, um eine Laserausgangsleistung zu produzieren (üblicherweise 7-10 µs bei 5 kHz). Der Punkt, an dem der Laser die Strahlblockade trifft, wird heller und weist somit auf eine erhöhte Ausgangsleistung hin.

3 Nehmen Sie das PWM-Steuersignal vom *User I/O*-Anschluss. Die *LASE*-Anzeige erlischt.

4 Besteht eine Verbindung zum *Ethernet*-Anschluss des i401 Lasers, können Sie auf die i401 Webseite zugreifen, um die Betriebsbedingungen und Funktionalität zu überprüfen (siehe Abbildung 1-13). Weitere Informationen zum Zugriff auf die Firestar i401 Webseite finden Sie in den Kapiteln „Erste Schritte“ oder „Technische Referenzen“.

   Überprüfen Sie den Wert der *Relativen Luftfeuchtigkeit*, während das Spülgas einströmt. Der Messwert sollte innerhalb von 10-15 Minuten auf 0 % (± 10 %) sinken. Sinkt die relative Luftfeuchtigkeit niemals unter etwa 10 %, muss der Durchfluss leicht erhöht werden.

5 Trennen Sie den Laser vom DC-Netzteil.

Vorsicht

Sachschäden

Lassen Sie kein Kühlmittel durch den Laser fließen, wenn dieser ausgeschaltet ist. Dies führt zu Kondensation im Inneren des Lasers, was zu katastrophalen Schäden an den optischen Elementen und elektronischen Schaltungen führen kann.

6 Schalten Sie die Kühleinheit aus bzw. stoppen Sie den Kühlmitteldurchfluss im Laser.

Bedienung

Erstinbetriebnahme

7 Stoppen Sie die Spülgaszufuhr zum Laser. In schmutzigen oder staubigen Umgebungen kann jedoch ein Dauerspülen des Lasers erforderlich sein, um eine Verschmutzung der internen Optiken zu verhindern.

Arbeitet der Firestar i401 Laser nicht wie erwartet, siehe Abschnitt *Fehlerbehebung* im Kapitel „Wartung/Fehlerbehebung“ für weitere Informationen zur Fehlerbehebung.

Technische Referenzen 3

Nutzen Sie die Informationen aus diesem Kapitel als technische Referenzen für Ihren Firestar i401 Laser.

Dieses Kapitel enthält die folgenden Informationen:

- Technische Übersicht – Kurzbeschreibung der Firestar-Technologie und Optik-Grundeinstellungen
- Steuerung der Laserleistung – erklärt verschiedene Aspekte der Firestar-Steuersignale.
- User I/O-Anschlüsse – beschreibt Eingangs- und Ausgangssignale und Spezifikationen für den 15-poligen User I/O-Anschluss.
- DC-Power-/DC-Sense-Cables – enthält Informationen über i401 DC-Power- und Voltage-Sense-Cables.
- Firestar i401 Webschnittstelle – enthält Informationen über die Ethernet-Schnittstelle des Firestar i401.
- Firestar i401 Firmware-Aktualisierung – erläutert den Prozess zur Aktualisierung der i401 Betriebsfirmware.
- Integration von Firestar-Sicherheitsfunktionen – enthält Informationen zur Integration der Firestar i401 Sicherheitsfunktionen in Ihr automatisiertes Kontrollsystem.
- Firestar i401 Allgemeine Spezifikationen – enthält die Spezifikationen für den Firestar i401 Laser.
- Firestar i401 Umriss- und Montagezeichnung – veranschaulicht die Außen- und Einbaumaße des i401 Lasergehäuses.
- Firestar i401 Verpackungsanweisungen – veranschaulichen die ordnungsgemäße Verpackung der Firestar i401 Laser zum Versand.

Technische Referenzen

Technische Übersicht

Der Abschnitt *Technische Übersicht* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Laserdesign
- HF-Netzteil
- Ausrichtung der Optik

Laserdesign

Optischer Resonator

Firestar® i401 Laser wurden unter Verwendung der neuesten Technologie von SYNRAD, Inc. entwickelt. Diese neue Technologie, basierend auf der instabilen Wellenleiter-Resonator-Hybridbauweise (Abbildung 3-1), ermöglicht SYNRAD die wirtschaftliche Produktion eines symmetrischen Laserstrahls von einem kleinen, aber leistungsfähigen Laser, der über Jahre hinweg, nahezu wartungsfrei, betrieben werden kann. Firestars einzigartige extrudierte Aluminiumummantelung bietet im Vergleich mit anderen Laserrohr-Technologien eine einzigartige Wärmeübertragung, eine lange Gaslebensdauer und geringe Betriebskosten. Neben der Funktion als Gefäß, das die Laser-Umgebung aufrecht erhält, dient das Aluminiumrohr auch als Strukturplattform und integriert die optischen, elektrischen und kältetechnischen Komponenten des Lasers.

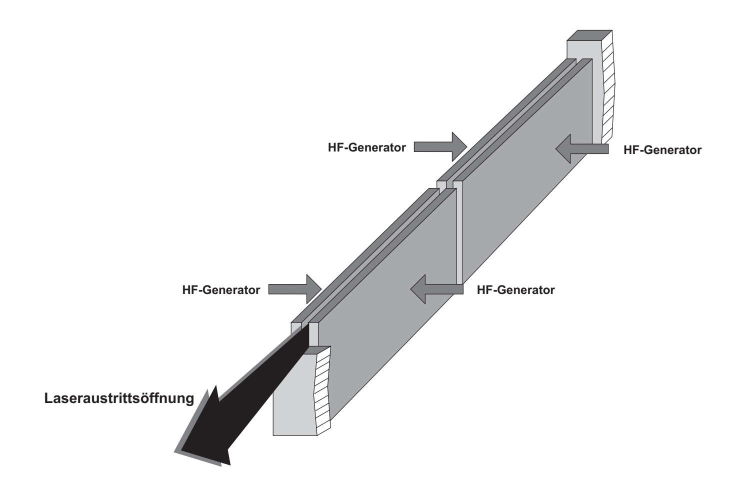


Abbildung 3-1 Instabiler Wellenleiter-Resonator-Hybridbauweise

Der optische Resonator in Verbindung mit den Elektroden und der Gasmischung generieren den Laserstrahl. Firestar i401 optische Resonatoren bestehen aus drei optischen Elementen: einem Faltspiegel, einem Rückspiegel und einem Auskoppelfenster. Diese optischen Elemente sind an der Rohraußenseite befestigt und werden über Löcher in den Endkappen dem Rohrinneren ausgesetzt. Die O-Ringe sind zwischen den optischen Elementen und der Endkappe eingeklemmt, um eine Gasdichtheit und ein flexibles Polster zu schaffen, dass die zur Ausrichtung erforderlichen, leichten Bewegungen ermöglicht. Alle optischen Elemente werden vor dem Versand des Lasers von betriebseigenen Fachkräften ausgerichtet und arretiert.

Die Struktur des Resonators und der internen Optiken für die Stahlformung erzeugen gemeinsam fast eine Gauß-Strahlenqualität (M^2-Faktor) von < 1,2. Der Durchmesser der Strahltaille beträgt üblicherweise 6,7 mm an der Ausgangsöffnung und die Vollwinkel-Divergenz durch Beugung ist circa 2,5 Milliradiant (eine Abweichung von 2,5 mrad bedeutet, dass der Strahldurchmesser sich pro zurückgelegtem Meter um 2,5 mm vergrößert). Die Elliptizität des Laserstrahls misst beim Verlassen des Resonators circa < 1,2; ist jedoch im Fernfeld (bzw. am Fokuspunkt) näher an 1,0; siehe Abbildung 3.2.

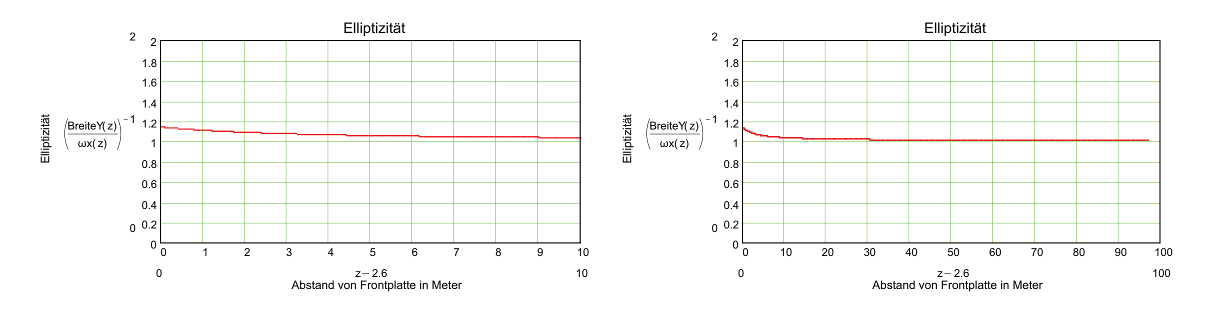


Abbildung 3-2 Firestar i401 Elliptizität des Laserstrahls

Wärmeabfuhr

Durch CO_2-Moleküle erzeugte Wärme, wird durch Diffusion auf die Bohrwände übertragen. Die gewonnene Wärme wird durch das Leitvermögen der Elektroden und der Aluminiumummantelung auf das Wasser der Kühlschläuche übertragen. Der Kühlwasserweg führt zur Regulierung der Lasertemperatur für maximale Stabilität durch korrosionsbeständige kupferlegierte Rohre.

Strahlformung

Der i401 Laser umfasst ein neuartiges Strahlformungssystem, das zuerst den Strahl in ein rundes Profil verwandelt, den Strahl reinigt, um Nebenkeulen zu beseitigen und anschließend die Polarisation, zur Unterstützung von Anwendungen in denen ein zirkularer Polarisator verwendet wird, um 45 Grad rotiert. Für diesen Vorgang tritt der Laserstrahl aus dem Resonator aus, wird durch einen Faltspiegel umgekehrt und in eine Zylinderlinse, die sich circa 0,63 m (25 Zoll) vom Resonatorausgang entfernt befindet, geleitet. Die Zylinderlinse wandelt den Strahl in einen runden Strahl um, der anschließend über einen sphärischen Spiegel durch eine wassergekühlte Ausgangsöffnung (zur Entfernung der Nebenkeulen) fokussiert wird und anschließend auf einen weiteren sphärischen Spiegel, der den Strahl kollimiert. Dieser Strahl passiert dann den Verschlussmechanismus und den hinteren Umlenkspiegel/Strahlrotator, der den Strahl um 45 Grad rotiert, bevor dieser durch die Ausgangsöffnung austritt.

Polarisation

Polarisation spielt eine wichtige Rolle beim Erreichen der besten Schnittqualität eines Lasers und wird normalerweise mit linearer, an der Schnittrichtung ausgerichteter Polarisation erreicht. In den meisten Anwendungen bei denen der Laser in zwei Achsen ausgerichtet werden muss, kann das linear polarisierte Licht, je nach Ausrichtung der Polarisation hinsichtlich der Schnittrichtung, jedoch zu unterschiedlichen Schnittqualitäten führen.

Die Umwandlung der Laserpolarisation von linear zu zirkular polarisiertem Licht verleiht beiden Achsen eine einheitliche Schnittqualität. Zirkular polarisiertes Licht kann ohne großen Leistungsverlust durch Verwendung eines Zirkularpolarisators (auch bekannt als CQE; Cut Quality Enhancer) bzw. durch Verwendung eines einfachen Phasenschieberspiegels erzeugt werden.

Für die einfachste und kostengünstigste Lösung, einen reflektierenden Phasenverzögerer, muss die Laserpolarisation um 45° rotiert werden. Da die meisten Laser über horizontale oder vertikale polarisierte Ausgänge mit horizontal ausgerichteten Schneid- oder Schweißsubstrat verfügen, wird diese Rotation der Polarisierung üblicherweise durch Befestigung des Lasers in einem Winkel von 45° zur Horizontalen oder durch Verwendung von zwei oder mehr Spiegeln erreicht. Die Befestigung des Lasers bei 45° ist oftmals nicht praktikabel, während das Hinzufügen von zusätzlichen Spiegeln im Strahlengang kostenaufwändig und komplex ist und sich negativ auf die Zuverlässigkeit auswirken kann.

Technische Referenzen

Technische Übersicht

Zur Reduzierung der Komplexität und Kosten von Strahlführungskomponenten, wurde der Firestar i401 mit einem 45° zur Bodenplatte polarisierten Laserstrahl entwickelt (siehe Abbildung 3-19 für weitere Informationen). Diese Bauweise ermöglicht die Nutzung eines einfachen reflektierenden Phasenverzögerers und eliminiert die Notwendigkeit zusätzlicher Spiegel oder komplexer Befestigungssysteme. Um einen reflektierenden Phasenverzögerer zu nutzen, muss der linear polarisierte Strahl einen Winkel von 45° mit der Einfallsebene bilden (siehe Abbildung 3-3).

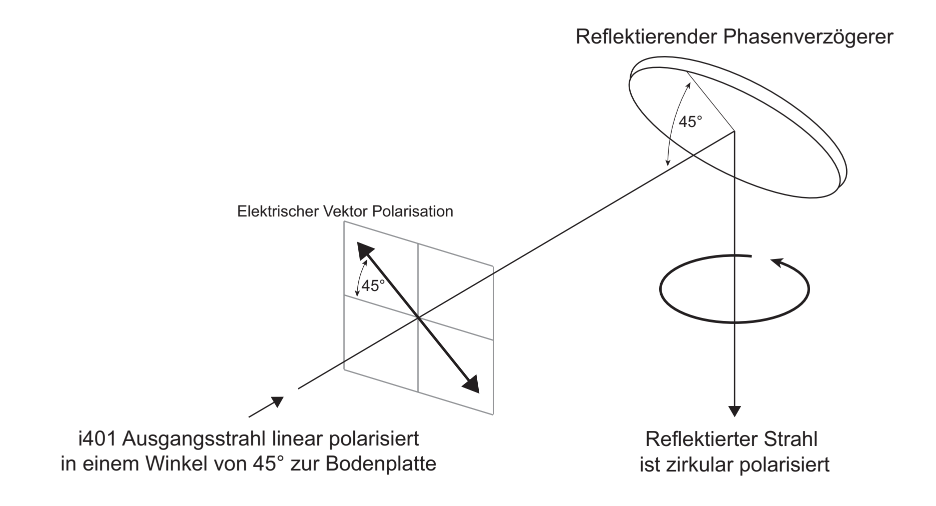


Abbildung 3-3 Umwandlung von 45° linearer Polarisation in zirkulare Polarisation
(Abbildung zur Verfügung gestellt von II-VI, Inc.)

HF-Netzteil

Firestar i401 Laser werden von vier kompakten HF-Modulen, die im Inneren des Lasergehäuses befestigt sind, angetrieben. Jedes HF-Modul verwandelt 48-VDC-Eingangsstrom in ein Hochfrequenzsignal (HF), das anschließend verstärkt und an die entsprechende Elektrodenstruktur im Laserrohr geleitet wird, wo die Gasmischung im Rohr zur Produktion von Lasertätigkeiten angeregt wird.

Eine im Laser integrierte Kontrollschaltung unterbricht den Betrieb bei Nichteinhaltung entscheidender Parameter. Schalter und Sensoren der Schalttafel überwachen verschiedene Voraussetzungen und Parameter, die bei Überschreiten den Laser beschädigen können. Zusätzlich wird der Laserbetrieb unter folgenden Bedingungen unterbrochen: (1) der elektromechanische Shutter ist geschlossen; (2) das Shutter-Open-Request-Eingangssignal fehlt; (3) es liegt eine Übertemperatur oder zu niedriger Kühlmitteldurchfluss vor; (4) das Remote-Reset/Start-Request-Eingangssignal ist aktiviert; (5) das Remote-Interlock-Eingangssignal fehlt; oder (6) es liegt eine Störung vor.

Ausrichtung der Optik

Die zwei wichtigsten zu berücksichtigenden Elemente nach der Auswahl eines Lasers für ein CO_2-Laserbearbeitungssystem sind: (1) Strahlführungsoptiken zur Übertragung des Strahl in den Arbeitsbereich; und (2) Fokussieroptiken zur Fokussierung des Strahls auf das zu bearbeitende Teil oder Material. Jedes Elements trägt maßgeblich zur Entwicklung eines zuverlässigen laserbasierten Systems zur Materialbearbeitung bei und sollte mit Sorgfalt ausgewählt werden.

Optische Komponenten zur Strahlführung

Abweichung oder Aufweitung des Laserstrahls ist für die Materialbearbeitung wichtig, da ein größerer, in die Fokussieroptik eindringender Strahl, einen kleineren Brennfleck produziert.

Technische Referenzen

Technische Übersicht

Hinweis: Optische Komponenten im Strahlengang müssen stets am tatsächlichen Strahlengang und nicht an der Frontplatte des Lasers ausgerichtet werden. Aufgrund kleiner Unterschiede in der Laserkonstruktion, kann es sein, dass der Strahlengang nicht immer in der Ausgangsöffnung der Frontplatte zentriert oder senkrecht zu dieser ist.

Strahlaufweiter (Expander)/Kollimatoren sind optische Geräte, die Strahldivergenzen reduzieren, während sie gleichzeitig den Strahldurchmesser um einen wählbaren Vergrößerungsfaktor erweitern. Das Hinzufügen eines Expanders/Kollimators reduziert Strahldivergenzen und jegliche Abweichungen im Strahldurchmesser, die durch Änderungen der Strahlenganglänge in einer XY-Tischanwendung mit bewegter („fliegender“) Optik entstehen. In Strahlführungssystemen mit vorgegebener Strahlenganglänge, in denen der Laser nur einen Meter von der Fokussieroptik positioniert ist und eine kleine Spotgröße erforderlich ist, ist ein Expander/Kollimator auch hier die beste Lösung zur Bereitstellung der erforderlichen Strahlaufweitung vor dem Erreichen der Fokussieroptik.

Fokussieroptiken

Bei der Auswahl einer Fokussieroptik sollte das Augenmerk auf der Materialstärke und jeglichen während der endgültigen Bauteilpositionierung auftretenden, vertikalen Toleranzen liegen. Die Auswahl sollte nicht ausschließlich auf Basis der minimalen Spotgröße erfolgen. Die ausgewählte Brennweite sollte den kleinstmöglichen Brennfleck erzeugen, während gleichzeitig die Tiefenschärfe für das zu verarbeitende Material gewährleistet wird.

Optiken sind zerbrechlich und müssen vorsichtig behandelt werden; vorzugsweise nur am Montagering anfassen. Achten Sie darauf Optiken mit ausreichender Dicke auszuwählen, um zu gewährleisten, dass diese einem maximalen Schneidgasdruck für den jeweiligen Prozess standhalten können. Dies ist insbesondere bei Metallzerspanprozessen mit Hochdruck-Hilfsgasen wichtig.

Sauberkeit ist ein weiterer wichtiger Aspekt und beeinträchtigt die Leistung. Eine schmutzige oder verkratzte Linse erbringt nicht die erforderliche Leistung und weist eine erheblich verkürzte Lebensdauer auf. Benötigt die Laseranwendung Luft als ein Hilfsgas, darf ausschließlich Luft in Atemluftqualität, die in Zylinder über einem Zulieferer der Schweißtechnik erhältlich sind, verwendet werden. Werkstattdruckluft enthält kleinste Partikel aus Öl und andere Verunreinigungen, die optische Oberflächen beschädigen. Ist jedoch ausschließlich Werkstattdruckluft vorhanden, muss diese entsprechend der Spezifikationen in Tabelle 3-1 gefiltert werden.

Tabelle 3-1 Hilfsgas-Reinheitskriterien

Hilfsgas	Typischer	Verwendungszweck	Spezifikation
Luft	Schneiden/Bohren	Atemluftqualität	≥ 99,9996 % Reinheit; gefiltert nach ISO Klasse 1 Partikelkonzentration
Luft	Schneiden/Bohren	Druckluft	Gefilterte und getrocknete Druckluftqualität nach ISO 8573-1:2010 Klasse 1, 2, 1 (≤ 10 1,0- 5,0 µm Partikel/m³; ≤ -40 °F (-40 °C) Taupunkt; ≤ 0,01 mg/m³ Öldampf)
Argon	Schweißen	Hoher Reinheitsgrad	≥ 99,998 % Reinheit; gefiltert nach ISO Klasse 1 Partikelkonzentration
Helium	Schweißen	Hoher Reinheitsgrad	≥ 99,997 % Reinheit; gefiltert nach ISO Klasse 1 Partikelkonzentration
Stickstoff	Schneiden/Bohren	Hoher Reinheitsgrad	≥ 99,9500 % Reinheit; gefiltert nach ISO Klasse 1 Partikelkonzentration
Sauerstoff	Schneiden/Bohren	Hoch reine Qualität	≥ 99,9998 % Reinheit; gefiltert nach ISO Klasse 1 Partikelkonzentration

Technische Referenzen

Steuerung der Laserleistung

Der Abschnitt *Steuerung der Laserleistung* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Steuersignale
- Betriebsmodi

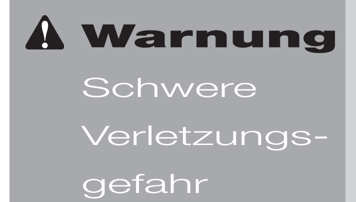
Steuersignale

Viele der in diesem Abschnitt enthaltenen Informationen beschreiben die Nutzung eines SYNRAD UC-2000 Universal Laser Controllers, der PWM-Steuersignale an den i401 Laser übermittelt. Lesen Sie sich die Abschnitte *Steuerung der Laserleistung* sowie den nachfolgenden Abschnitt *User I/O-Anschlüsse* sorgfältig zum Verständnis der zur Steuerung der Firestar-Laser erforderlichen Signalanforderungen durch, wenn Sie eine alternative Lasersteuerung verwenden möchten. Weitere Informationen über den Laser-Controller UC-2000 finden Sie im Benutzerhandbuch des *UC-2000 Laser-Controllers*.

Tickle-Puls

Tickle-Pulse ionisieren das Lasergas im Voraus knapp unterhalb der Laserschwelle, so dass eine weitere Erhöhung der Pulsweite dem Plasma ausreichend Energie übermittelt, um eine Laserstrahlung auszusenden. Durch Tickle-Pulse reagiert der Laser planbar und fast umgehend auf PWM-Steuersignale, auch wenn eine erhebliche Verzögerung (Laser deaktiviert) zwischen den angelegten Steuersignalen vorliegt. Alle Firestar i401 Laser verfügen über einen integrierten Tickle-Generator. Somit müssen Kunden keine externen Tickle-Pulse zwischen Laser-Befehlen zuführen.

Der interne Schaltkreis überwacht das eingehende PWM-Signal und bestimmt die Zeitspanne der Lasertätigkeit (Lasern) in den letzten 200 Mikrosekunden (µs). Ist die Aktivzeit des Lasers höher als der voreingestellte Tickle-Wert, wird kein Tickle-Puls ausgelöst, da das PWM-Signal ausgereicht hat, um einen Plasmazustand aufrechtzuerhalten. Liegt in der 200-µs-Bemessungsperiode kein PWM-Signal an (oder war *kürzer* als der voreingestellte Tickle-Wert), erzeugt der interne Schaltkreis einen Tickle-Puls, so dass der Laser immer einen voreingestellten HF-Antrieb, gemittelt über jedes 200-µs Intervall, erhält.



Aufgrund von Phasendifferenzen können sich externe „Tickle-Pulse" mit dem intern generierten „Tickle-Signal" zusammenschließen, was dazu führt, dass die *LASE*-LED während des Übergangs vom Tickle zur Lasertätigkeit zu flackern beginnt. Es kann zur Laserabgabe kommen, wenn die *LASE*-LED flackert.

Pulsweitenmodulation (PWM)

Pulsweitenmodulation bzw. PWM steuert die Laserleistung durch Variieren des Arbeitszyklus der HF-Verstärker von Firestar, die wiederum die zeitlich gemittelte, den Laser versorgende HF-Leistung steuern. Der Prozentsatz der optischen Ausgangsleistung nimmt mit zunehmender Dauer des Arbeitszyklus (bei konstanter PWM-Frequenz) bzw. mit abnehmender PWM-Frequenz (bei konstantem Arbeitszyklus) zu.

Firestar i401 Laser wurden für den Betrieb mit Steuersignal-Grundfrequenzen bis 100 kHz konstruiert. Die Auswahl der PWM-Frequenz hängt jedoch von der jeweiligen benutzerdefinierten Anwendung ab. Bei den meisten Laseranwendungen hat sich bisher die standardmäßige UC-2000 Steuersignalfrequenz von 5 kHz bewährt. Für die Verwendung von Steuersignalfrequenzen von oder unter 5 kHz lesen Sie bitte den Unterabschnitt *Beschriften/Gravieren*. Für Hochgeschwindigkeits-Motionanwendungen, die keine Restwelligkeit in der Schaltzeit des optischen Strahls tolerieren können, dennoch einstellbare Leistungsstufen benötigen, empfehlen wir die Nutzung von höheren PWM-Frequenzen von maximal 100 kHz.

Technische Referenzen

Steuerung der Laserleistung

Steuersignal

Das zwischen Pin 9, PWM-Input, und Pin 1, PWM-Return, des *User I/O*-Anschluss am Firestar i401 Laser angelegte modulierte Steuersignal verfügt über 3 Parameter: Signalamplitude, Grundfrequenz und PWM-Arbeitszyklus. Durch Veränderung dieser Parameter können Sie den Strahl so steuern, dass eine Vielzahl von Beschriftungs-, Schnitt-, Schweiß- oder Bohrverfahren ausgeübt werden können.



Warnung Schwere Verletzungs-gefahr	Verwenden Sie ausschließlich geschirmte Kabel zum Anschluss der Signalquelle Ihrer PWM-Steuerung an die PWM-Input-/PWM-Return-Eingänge. In störfeldbehafteten Umgebungen wirken lange ungeschirmte Kabel wie eine Antenne und können ausreichend Spannung generieren, um eine ungewollte Lasertätigkeit auszulösen.

Der erste Steuersignalparameter, die Signalamplitude, ist entweder logisch 0 (Low) - Laserstrahl ist ausgeschaltet - oder logisch 1 (High) - Laserstrahl ist eingeschaltet. Die Spannung des Lasers im Aus-Zustand, üblicherweise 0 V, kann von 0,0 V bis +0,8 VDC variieren, während die Spannung des Lasers im Ein-Zustand, üblicherweise 5 V, zwischen +3,5 V und +6,7 VDC liegt.

Die Grundfrequenz, der zweite Parameter, ist die Wiederholungsrate des PWM-Eingangssignals. Die Standard-Grundfrequenz beträgt 5 kHz mit einer Dauer von 200 µs. Die maximale PWM-Frequenz ist 100 kHz.

Der dritte Steuersignalparameter, der PWM-Arbeitszyklus, ist der Prozentsatz des Zeitraums, an dem das Steuersignal hoch ist. Ist beispielsweise die Steuersignalamplitude (bei 5 kHz) für 100 µs hoch und für 100 µs niedrig, liegt ein Arbeitszyklus von 50 % vor; ist die Amplitude für 190 µs hoch und für 10 µs niedrig, liegt ein Arbeitszyklus von 95 % vor. Abbildung 3-4 veranschaulicht typische PWM-Steuersignalparameter.

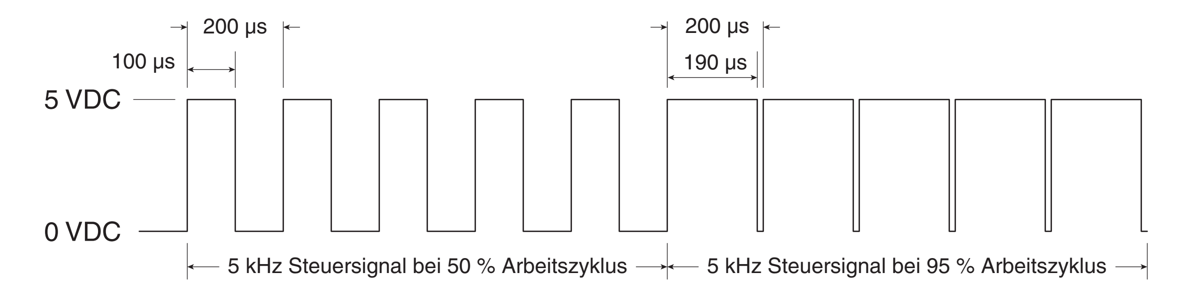


Abbildung 3-4 PWM-Steuersignalverlauf

Firestars *User I/O*-PWM-Eingang besteht aus einem Hochgeschwindigkeits-LED mit Optokoppler mit einem Vorwärtsspannungsabfall (Vf) von 1,5 VDC. Der Frequenzbereich des PWM-Eingangs reicht von DC (0 Hz) zu 100 kHz. Tabelle 3-2 auf der nachfolgenden Seite enthält Spezifikationen zu minimalen, maximalen und nominalen PWM-Signalen.

Technische Referenzen

Steuerung der Laserleistung

Tabelle 3-2 PWM-Steuersignal-Spezifikationen

Laserzustand	Min.	Nominal	Max.
Laser Aus	0,0 VDC	0,0 VDC	+0,8 VDC
Laser Ein	+3,5 VDC (3 mA)	+5,0 VDC	+6,7 VDC (10 mA), unterbrechungsfrei
Frequenzbereich	0 Hz (DC)	5 kHz	100 kHz
Arbeitszyklus	1 %	——	100 %

Betriebsmodi

Externe Steuerung

Neben der Steuerung des Firestar i401 Lasers mit einem UC-2000 Controller ist die externe Steuerung des i401 ohne UC-2000 ebenfalls möglich. Die zwei wesentlichen Elemente der Lasersteuerung sind die Ansteuerung (die Fähigkeit, den Laser zu den entsprechenden Zeiten ein- und auszuschalten) und die Leistung (die Fähigkeit, die Ausgangsleistung des Lasers zu steuern). Sowohl die Laseransteuerung als auch die Laserleistung können über ein Gerät, wie z. B. einen PC, eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) oder einen Funktionsgenerator erfolgen, das in der Lage ist, PWM-Impulse zum richtigen Zeitpunkt (Ansteuerung) und mit der angemessenen Arbeitszyklusdauer (Leistung) zu senden.

Analogspannung oder Stromregelung

Obwohl Firestar i401 Laser nicht direkt über Analogspannung oder Stromsignale gesteuert werden können, macht der UC-2000 Controller diese Art der Steuerung möglich. Der Controller wird wie üblich an den Laser angeschlossen und Analogspannung oder Stromsignale werden an den *ANV/C*-Anschluss des UC-2000 gesendet, um sowohl die Laseransteuerung als auch die Laserleistung zu steuern.

Um die korrekte Analogspannung über einen Computer oder eine SPS zu erzeugen, muss eine Digital/Analog-Karte (D/A bzw. DAC), die imstande ist 0 V (Laser AUS) bis 10 V (max. Laserleistung) zu erzeugen, installiert werden. Um den geeigneten Analogstrom zu erzeugen, muss eine D/A-Karte installiert werden, die 4 mA (Laser AUS) bis 20 mA (max. Laserleistung) erzeugen kann. Es wird eine Software zur Steuerung Ihrer analogen Ausgangskarte für jede Konfiguration benötigt.

Dauerstrich (Continuous Wave; CW)

In einigen Anwendungen, wie z. B. Beschriften oder Schneiden in Hochgeschwindigkeit, verursacht die Zeitkonstante des Lasers und der PWM-Modulation eine Reihe von Punkten, die anstelle einer „sauberen" Linie/eines Dauerstrichs auf der Beschriftungsfläche zu sehen ist. Der Betrieb des Lasers im CW-Modus verhindert dies.

Um den Laser im CW-Modus zu betreiben, muss ein +5-VDC-Signal an Pin 9, PWM-Input und Pin 1, PWM-Return, am *User I/O*-Anschluss übermittelt werden. Diese konstante Spannungsquelle zwingt die integrierte Schaltelektronik im Aktiv-Status zu bleiben, was zu einer dauerhaften und ununterbrochenen Laserausgangsleistung führt. Die Ausgangsleistung kann während des CW-Laserbetriebs nicht geändert werden. Siehe Abschnitt *Pulsweitenmodulation (PWM)* für Informationen zum Hochfrequenzbetrieb, wenn Sie die Ausgangsleistung ändern möchten.

Hinweis: SYNRAD-Laser sind für eine maximale Leistung mit einer Einschaltdauer von 95 % ausgelegt. Durch Erhöhen des maximalen PWM-Prozentsatzes über 95 % hinaus wird die Wärmelast des Lasers deutlich erhöht, während die Laserausgangsleistung nur geringfügig oder gar nicht erhöht wird. Ein Dauerbetrieb bei 99 % Einschaltdauer kann zu thermischer Instabilität und Einbußen der Optik führen.

Technische Referenzen

Steuerung der Laserleistung

Ansteuerung

In vielen Beschriftungs- und Schneideanwendungen muss die Pulsfolge bzw. Ansteuerung des Lasers synchron mit einem externen Steuersignal (üblicherweise von einem PC oder Funktionsgenerator mit einem Einsatzbereich von DC bis 1 kHz) erfolgen. Für die Pulsfolge bzw. Ansteuerung des Lasers ist das Anlegen eines Signals mit +5,0-VDC-Pulsen am *Gate*-Anschluss an der Geräterückseite des UC-2000 erforderlich.

Nutzer, die beabsichtigen ein Ansteuerungssignal zu verwenden, sollten die Gate-Eingangslogik des UC-2000 in den internen Pull-Down-Modus (normalerweise deaktiviert) stellen. Dies verhindert die Aktivierung des Laserstrahls, es sei denn dem Eingangsbuchsen-*Gate* wird ein Großsignal (+3,5 V bis +5,0 VDC) zugeführt. Im Pull-Down-Modus (üblicherweise deaktiviert) sperrt ein angesprochener Logikzustand LOW, ein Masseschluss oder ein offener oder getrennter *Gate*-Eingang den Laserstrahl.

Viele in Anwendungen integrierte CO_2-Laser, die kurze Steuerimpulse bei Wiederholungsraten unter 500 Hz benötigen, weisen ungeachtet der PWM-Frequenz einen Überschwinger auf. Dies liegt daran, weil ein kühleres Lasermedium (CO_2-Gas) effizienter ist als ein warmes Medium. Dieser Überschwingeffekt ist bei niedrigeren Ansteuerfrequenzen deutlicher ausgeprägt, da das Gas zwischen den Steuersignalpulsen mehr Zeit zum Abkühlen hat.



Schwere Verletzungsgefahr

Die standardmäßige Ansteuerungslogik des UC-2000 ist werksseitig auf einen internen Pull-Up-Modus (üblicherweise aktiviert) eingestellt, so dass ein offener (getrennter) *Ansteuerungs*eingang den Laser aktiviert. Damit kann der Nutzer den Betrieb des Lasers vor der Integration auf einfache Weise testen.

In einem integrierten System sollten Sie die Eingangslogik der Ansteuerung für den internen Pull-Down-Modus (üblicherweise deaktiviert) konfigurieren. Dies verhindert die Aktivierung des Laserstrahls, es sei denn dem Eingangsbuchsen-*Gate* wird ein Großsignal (+3,5 V bis +5,0 VDC) zugeführt. Im Pull-Down-Modus (üblicherweise deaktiviert) sperrt ein angesprochener Logikzustand LOW, ein Masseschluss oder ein offener oder getrennter *Gate*-Eingang den Laserstrahl.

Beschriften/Gravieren

Wenn die Verzögerung zwischen dem Ende eines PWM-Steuersignalimpulses und dem Beginn des nächsten PWM-Impulses eine Dauer von 200 Mikrosekunden übersteigt (kleiner oder gleich 5 kHz), sendet der im Firestar integrierte Tickle-Generator einen Tickle-Puls, um die Plasma-Ionisierung im Rohr aufrecht zu erhalten. Da der integrierte Tickle-Generator nicht vorhersehen kann, wann der nächste PWM-Steuerimpuls ausgegeben wird, kann der Tickle-Puls (je nach Laser mit einer durchschnittlichen Dauer von 2-6 µs) sich mit einem PWM-Signal, dass kurz darauf ausgelöst wird, zusammenschließen. Wenn der darauffolgende PWM-Impuls kurz ist, nimmt der Tickle-Puls einen erheblichen Teil der PWM-Pulsdauer ein. Somit verlängert der Tickle-Puls die Dauer des PWM-Impulses, mit dem er sich zusammengeschlossen hat, effektiv und wesentlich. Für dezente Beschriftungsanwendungen auf empfindlichen Materialien mit einem geringen Schwellenwert kann dieser verlängerte PWM-Impuls die Beschriftungsqualität beeinflussen.

Auch wenn diese Situation eintreten kann, wenn PWM-Steuersignalfrequenzen von 5 kHz und weniger verwendet werden, ist es wichtig zu wissen, dass nicht nur die Steuersignalfrequenz an sich der entscheidende Faktor ist, sondern dass dieser Fall nur eintritt, wenn der inaktive Zeitraum zwischen den PWM-Impulsen eine Dauer von 200 Mikrosekunden übersteigt.

Technische Referenzen

User I/O-Anschlüsse

Der Abschnitt *User I/O-Anschlüsse* umfasst folgende Unterabschnitte:

- User I/O-Anschlussübersicht
- Ein-/Ausgangssignale
- Beispiele für I/O-Schaltungen

Das PWM-Steuersignal und alle Eingangs-/Ausgangs-Steuersignale (I/O) werden an den *User I/O-*Anschluss, einer 15-poligen D-Sub-Buchse an der Rückwand des i401 angeschlossen. Abbildung 3-5 unten veranschaulicht die Pinbelegung des *User I/O-*Anschlusses.

Vorsicht Sachschäden	Schalten Sie die DC-Stromversorgung ab, bevor Sie Stecker oder Kabel am *User I/O-*Anschluss anschließen oder entfernen. Sie müssen gewährleisten, dass alle Verbindungen am entsprechenden Steckplatz angeschlossen werden und die richtigen Signale verwendet werden. Eine Nichtbeachtung kann zu Schäden am Laser führen.

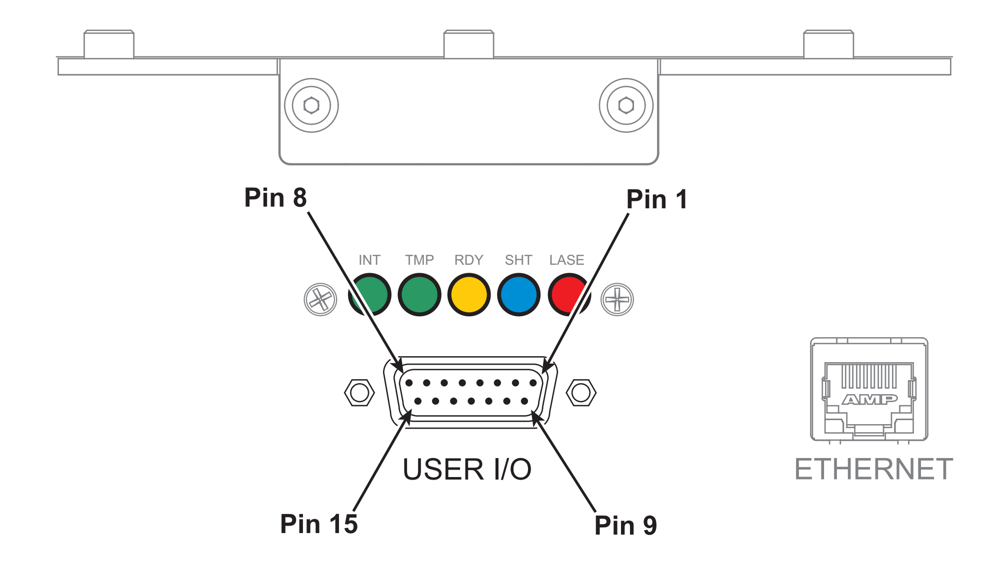


Abbildung 3-5 User I/O-Anschlussbelegung

User I/O-Anschlüsse

User I/O-Anschlussübersicht

Tabelle 3-3 unten enthält eine Kurzübersicht der Firestar i401 *User I/O*-Anschlüsse.

Tabelle 3-3 User I/O-Pin-Informationen

Pin	Funktion	Beschreibung
1	PWM-Return	Nutzen Sie diesen Pin als Rückführungsanschluss für das PWM-Steuersignal.
2	Remote-Reset/Start-Request-Eingang	Legen Sie eine positive oder negative Spannung (±5-24 VDC) an Pin 11, Input-Common, an, um den Laser zurückzustellen oder via Fernschlüsselschalter zu bedienen. Unter Spannung bleibt der Laser deaktiviert. Wird der Remote-Reset/Start-Request-Eingang von der Spannung getrennt, erleuchtet die *RDY*-Anzeige des Lasers und startet einen fünfsekündigen Countdown, nach dessen Ablauf eine Lasertätigkeit möglich ist. **Hinweis:** Für das Anschließen der Feldverkabelung an den Remote-Reset/Start-Request-Eingang müssen verdrillte Doppelkabel und/oder geschirmte Verkabelung benutzt werden. Siehe *SYNRAD Technisches Rundschreiben Nr. 021* für weitere Informationen.
3	Remote-Interlock-Eingang	Legen Sie eine positive oder negative Spannung (±5-24 VDC) an Pin 11, Input-Common, an, um den Laser zu aktivieren. Sollte Ihr System keine Fernverriegelung verwenden, muss dieser Pin an eine Spannungsquelle in einem Bereich von ±5-24 VDC angeschlossen werden. Abbildung 3-7 veranschaulicht, wie der Remote-Interlock-Eingang werksseitig mit dem *Quick-Start-Plug* gebrückt wurde.
4	+ 5 VDC Auxiliary Power	Dieser Anschluss liefert +5 VDC zur Ansteuerung externer Ein- oder Ausgänge. Der +5 VDC Auxiliary Power-Ausgang kann bis zu 0,5 A ausgeben und wird von einer 0,5 A selbstrückstellenden Sicherung geschützt. Die Rückleitung (Erdung) erfolgt durch Pin 12, Auxiliary DC Power Ground.
5	+ 24 VDC Auxiliary Power	Dieser Anschluss liefert +24 VDC zur Ansteuerung externer Ein- oder Ausgänge. Der +24 VDC Auxiliary Power-Ausgang kann bis zu 0,5 A ausgeben und wird von einer 0,5 A selbstrückstellenden Sicherung geschützt. Die Rückleitung (Erdung) erfolgt über Pin 12, Auxiliary DC Power Ground.
6	Laser-Active-Ausgang	Dieser bidirektional geschaltete Ausgang wird intern mit Pin 13, Output-Common, verbunden, wenn der Laser aktiv lasert (*LASE*-Anzeige leuchtet rot). Dieser Ausgang ist offen (hochohmig), wenn kein Laserstrahl ausgesendet wird (*LASE*-Anzeige ist aus).
7	Fault-Detected-Ausgang	Dieser bidirektional geschaltete Ausgang wird intern mit Pin 13, Output-Common, verbunden, wenn (1) die Lasertemperatur über den sicheren Betriebsgrenzen liegt (*TMP*-LED leuchtet rot) oder (2) ein No-Strike-Zustand vorliegt (blaue *SHT*-Anzeige blinkt). Der Ausgang ist offen (hochohmig), wenn der Laserbetrieb innerhalb der Grenzwerte erfolgt (*TMP*-LED leuchtet grün und *SHT*-LED blau).

Technische Referenzen

User I/O-Anschlüsse

Pin	Funktion	Beschreibung
8	Laser-Ready-Ausgang	Dieser bidirektional geschaltete Ausgang wird intern mit Pin 13, Output-Common, verbunden, wenn der Laser aktiviert ist (*RDY*-LED leuchtet gelb) und zeigt somit an, dass eine Lasertätigkeit stattfinden wird, wenn ein PWM-Steuersignal an Pin 9 und Pin 1 gesendet wird. Wenn dieser Ausgang anfänglich ausgeschaltet wird, beginnt eine Verzögerung von 5 Sekunden, in der jegliche Lasertätigkeiten gesperrt sind. Dieser Ausgang ist offen (hochohmig), wenn kein Laserstrahl ausgesendet wird (*RDY*-Anzeige ist aus).
9	PWM-Input	Schließen Sie Ihr PWM-Steuersignal (+5 VDC, 5 kHz nominal, 100 kHz max., pulsweitenmoduliert) an diesen Eingangspin, um die Laserausgangsleistung zu steuern. Siehe Abschnitt *Steuerung der Laserleistung* für weitere Informationen zu Lasersteuersignalen.
10	Shutter-Open-Request-Eingang	Legen Sie eine positive oder negative Spannung (±5-24 VDC) an Pin 11, Input-Common, an, um den internen elektromechanischen Verschlussmechanismus (Shutter) zu öffnen. Sollte Ihr System kein Shutter-Open-Request-Signal liefern, muss dieser Pin an eine Spannungsquelle in einem Bereich von ±5-24 VDC angeschlossen werden. Abbildung 3-7 veranschaulicht, wie der Shutter-Open-Request-Eingang werksseitig mit dem *Quick-Start-Plug* gebrückt wurde. Der Shutter wird ***erst dann*** aktiviert, wenn auch eine Spannung am Remote-Interlock-Eingang anliegt (*INT*-LED leuchtet grün und *RDY*-LED ist an).
11	Input-Common	Nutzen Sie diesen Eingangspin, um Rückleitungen für die Remote-Interlock-, Shutter-Open-Request- und Remote-Reset/Start-Request-Leitungen anzuschließen
12	Auxiliary DC Power Ground	Dieser Anschluss bietet einen Erdschluss für +5 und +24 VDC Auxiliary Power-Ausgänge. Dieser Pin ist der einzige *User I/O*-Pin, der über das Gehäuse geerdet ist. Dieser Pin darf nicht zur Erdung verwendet werden, wenn der Gleichstrom für externe I/O-Schaltungen von einer externen, vom Kunden bereitgestellten DC-Stromquelle stammt.
13	Output-Common	Vervollständigen Sie mit diesem Pin die Rückleitung der Ausgangsverbindungen (Pin 6, 7, 8, 14 oder 15). Die Output-Common-Leitung wird von einer 0,3 A selbstrückstellenden Sicherung geschützt.
14	Shutter-Open-Ausgang	Dieser bidirektional geschaltete Ausgang wird intern mit Pin 13 Output-Common verbunden, wenn Remote-Interlock- und Shutter-Open-Request-Signale vorhanden sind (*RDY*-Anzeige leuchtet gelb und *SHT*-Anzeige leuchtet blau), und zeigen somit an, dass der Shutter offen und der Laser aktiviert ist. Dieser Ausgang ist offen (hochohmig), wenn der Laser deaktiviert ist (*SHT*-Anzeige ist aus).
15	Interlock-Open-Ausgang	Dieser bidirektional geschaltete Ausgang wird intern mit Pin 13, Output-Common verbunden, wenn der Remote-Interlock-Schaltkreis (*INT*-Anzeige leuchtet rot) offen ist und zeigt somit an, dass die Laserfunktion deaktiviert ist. Dieser Ausgang ist offen (hochohmig), wenn die Laserfunktion aktiviert ist (*INT*-Anzeige ist grün).

Technische Referenzen

User I/O-Anschlüsse

Ein-/Ausgangssignale

Die Ein-/Ausgangssignale des Firestar i401 sind in drei Kategorien unterteilt: Auxiliary-DC-Power, Eingangs- und Ausgangssignale. Die Signale aus jeder Kategorie werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Auxiliary-DC-Power

Firestars *User I/O*-Anschluss bietet Auxiliary-DC-Power zur Ansteuerung von externen, an den *User I/O* -Anschluss angeschlossene Ein- und Ausgänge. Pin 4, +5 VDC Auxiliary Power und Pin 5, +24 VDC Auxiliary Power, sind mit selbstrückstellenden 0,5 A Sicherungen geschützt. Pin 12, Auxiliary DC Power Ground, ist über das Gehäuse geerdet, während alle anderen *User I/O*Pins zum geerdeten Gehäuse erdfrei sind. Abbildung 3-6 veranschaulicht Firestars interne DC-Versorgungszuleitung.

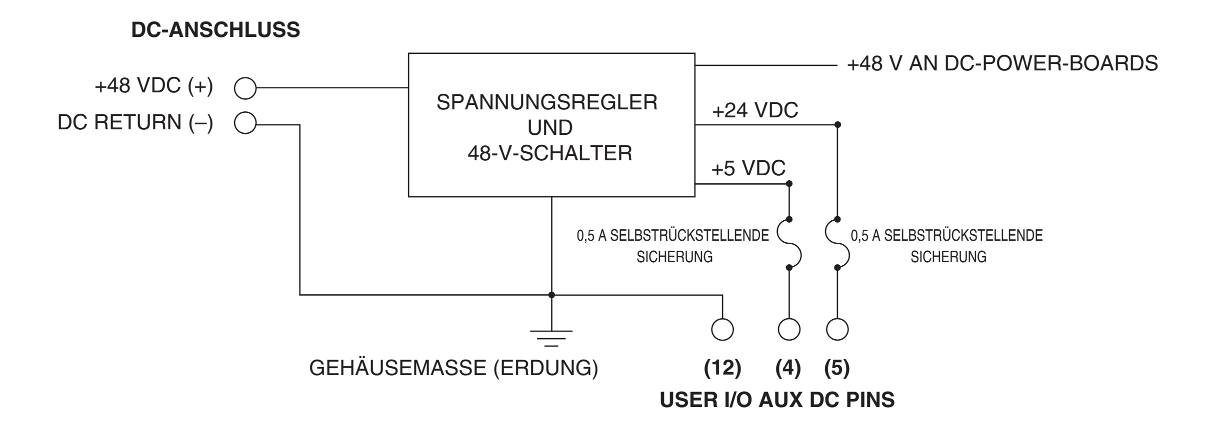


Abbildung 3-6 Auxiliary-DC-Power-Diagramm

Pin 4 + 5 VDC Auxiliary Power

Dieser Anschluss liefert +5 VDC zur Ansteuerung externer Ein- oder Ausgänge. Der +5 VDC Auxiliary Power-Ausgang kann bis zu 0,5 A ausgeben und wird von einer 0,5 A selbstrückstellenden Sicherung geschützt. Die Rückleitung (Erdung) erfolgt durch Pin 12, Auxiliary DC Power Ground.

Pin 5 + 24 VDC Auxiliary Power

Dieser Anschluss liefert +24 VDC zur Ansteuerung externer Ein- oder Ausgänge. Der +24 VDC Auxiliary Power -Ausgang kann bis zu 0,5 A ausgeben und wird von einer 0,5 A selbstrückstellenden Sicherung geschützt. Die Rückleitung (Erdung) erfolgt über Pin 12, Auxiliary DC Power Ground.

Pin 12 Auxiliary DC Power Ground

Dieser Anschluss bietet einen Erdschluss für +5 und +24 VDC Auxiliary Power-Ausgänge. Dieser Pin ist der einzige *User I/O*-Pin, der über das Gehäuse geerdet ist. Dieser Pin darf nicht zur Erdung verwendet werden, wenn der Gleichstrom für externe I/O-Schaltungen von einer externen, vom Kunden bereitgestellten DC-Stromquelle stammt.

Technische Referenzen

User I/O-Anschlüsse

Eingangssignale

Firestar-Laser können über die insgesamt vier Benutzereingänge gesteuert werden. Die Eingänge Remote-Interlock, Shutter-Open-Request und Remote-Reset/Start-Request sind optoisoliert und bidirektional, wodurch Eingangssignale mit positiver und negativer Polarität möglich sind. Diese drei Signale teilen sich zudem eine gemeinsame Rückleitung, Input-Common, die von der Masseverbindung getrennt ist, um Steuersignale vollständig zu isolieren und somit eine optimierte EMV-Leistung zu erhalten. Der vierte Eingang, PWM-Input, ist optoisoliert und verfügt über eine separate Rückleitung, PWM-Return, um PWM-Signale vollständig von den anderen drei Benutzereingängen zu isolieren. Bitte beachten Sie, dass die Pegel der Eingangsspannung in diesem Handbuch abhängig von der entsprechenden Rückleitung spezifiziert sind.

Pin 1 PWM-Return

Schließen Sie den Rücklauf Ihres PWM-Steuersignals an diesen Pin an. Siehe Tabelle 3-4 für Spezifikationen der Eingangsschaltung.

Pin 2 Remote-Reset/Start-Request

Legen Sie eine positive oder negative Spannung (±5 24 VDC) an Pin 11, Input-Common, an, um den Laser zu deaktivieren. Obwohl diesem Pin Spannung zugeführt wird, bleibt der Laser deaktiviert. Wird der Remote-Reset/Start-Request-Pin von der Spannung getrennt, erleuchtet die *RDY*-Anzeige des Lasers und startet einen fünfsekündigen Countdown, nach dessen Ablauf eine Lasertätigkeit möglich ist. Da sämtlicher Gleichstrom der HF-Module des Lasers abgeschaltet wird, wenn dieser Eingang aktiv ist, kann erst eine Lasertätigkeit erfolgen, wenn Pin 2 die Spannung entzogen wird. Siehe Tabelle 3-4 für Spezifikationen der Eingangsschaltung.

Hinweis: Für das Anschließen der Feldverkabelung an den Remote-Reset/Start-Request-Eingang müssen verdrillte Doppelkabel und/oder geschirmte Verkabelung benutzt werden. Siehe *SYNRAD Technisches Rundschreiben Nr. 021* für weitere Informationen.

Pin 3 Remote-Interlock

Legen Sie eine positive oder negative Spannung (±5-24 VDC) an Pin 11, Input-Common, an, um den Laser zu aktivieren. Sollte Ihr System keine Fernverriegelung verwenden, muss dieser Pin an eine Spannungsquelle in einem Bereich von ±5-24 VDC angeschlossen werden. Abbildung 3-7 veranschaulicht, wie der Remote-Interlock-Eingang werksseitig mit dem *Quick-Start-Plug* gebrückt wurde. Da sämtlicher Gleichstrom der HF-Module des Lasers abgeschaltet wird, wenn dieser Eingang inaktiv ist, kann erst eine Lasertätigkeit erfolgen, wenn Pin 3 Spannung zugeführt wird. Siehe Tabelle 3-4 für Spezifikationen der Eingangsschaltung.

Remote-Interlock-Störungen (*INT*-LED leuchtet rot) sind nicht gesperrt. Ein erneutes Anlegen der Spannung an Pin 3 aktiviert die *RDY*-Anzeige und eine Lasertätigkeit kann nach der fünfsekündigen Verzögerung ausgeübt werden, vorausgesetzt die *SHT*-Anzeige leuchtet ebenfalls.

Nutzen Sie die Verriegelungsfunktion für eine maximale Bedienersicherheit. Bei offenem Remote-Interlock-Eingang (Wegnahme der Spannungsquelle) schließt der interne Shutter automatisch, um den Strahlengang zu blockieren; die *RDY*-LED erlischt, die *SHT*-LED erlischt (ungeachtet des Status des Shutter-Open-Request-Eingangs) und sämtliche Gleichstromzufuhr der HF-Platinen wird unterbrochen.

Pin 9 PWM-Input

Schließen Sie Ihr PWM-Steuersignal (+5 VDC, 5 kHz nominal, 100 kHz max.) an Pin 9 an. Dieses pulsweitenmodulierte Steuersignal steuert die Laserausgangsleistung, so dass ein Arbeitszyklus von 50 % einer Laserausgangsleistung von circa einer halben Nennausgangsleistung entspricht und ein Arbeitszyklus von 95 % circa der vollen Ausgangsleistung entspricht. Siehe Abschnitt *Steuerung der Laserleistung* für weitere Informationen zu Lasersteuersignalen. Schließen Sie die PWM-Signalquellen-Rückleitung an Pin 1, PWM-Return, an. Siehe Tabelle 3-4 für Spezifikationen der Eingangsschaltung.

User I/O-Anschlüsse

Pin 10 Shutter-Open-Request

Legen Sie eine positive oder negative Spannung (±5-24 VDC) an Pin 11, Input-Common, an, um den internen elektromechanischen Verschlussmechanismus (Shutter) zu öffnen (bei aktivem Remote-Interlock-Eingang). Sollte Ihr System kein Shutter-Open-Request-Signal liefern, muss dieser Pin an eine Spannungsquelle in einem Bereich von ±5-24 VDC angeschlossen werden. Abbildung 3-7 veranschaulicht, wie der Shutter-Open-Request-Eingang werksseitig mit dem *Quick-Start-Plug* gebrückt wurde. Siehe Tabelle 3-4 für Spezifikationen der Eingangsschaltung.

Hinweis: Shutter-Open-Request- und Remote-Interlock-Eingänge sind abhängige Steuerfunktionen. Der interne Shutter wird ***erst dann*** aktiviert (offen), wenn auch eine Spannung am Remote-Interlock-Eingang anliegt (*INT*-LED leuchtet grün und *RDY*-LED ist an).

Pin 11 Input-Common

Nutzen Sie diesen Pin, um Rückleitungen für die Remote-Interlock-, Shutter-Open-Request- und Remote-Reset/Start-Request-Leitungen anzuschließen Siehe Tabelle 3-4 für Spezifikationen der Eingangsschaltung.

Abbildung 3-7 veranschaulicht, wie die Remote-Interlock- und Shutter-Open-Request-Eingänge werksseitig mit dem *Quick-Start-Plug*-Steckverbinder gebrückt wurden, um die Lasertätigkeit für erste Tests und zur Fehlerbehebung zu aktivieren.



Durch Nutzung des *Quick-Start-Plug*-Steckverbinders wird die Sicherheitsverriegelungsfunktion des Lasers deaktiviert und Mitarbeiter in unmittelbarer Umgebung können ***unsichtbarer*** Infrarot-Laserstrahlung ausgesetzt werden.

Der *Quick-Start-Plug* ist ausschließlich für das erste Testen und die Fehlerbehebung durch qualifiziertes Fachpersonal gedacht. Im Normalbetrieb sollte der Remote-Interlock-Eingang an die Sicherheitsverriegelungsschaltung des Gerätes angeschlossen sein.

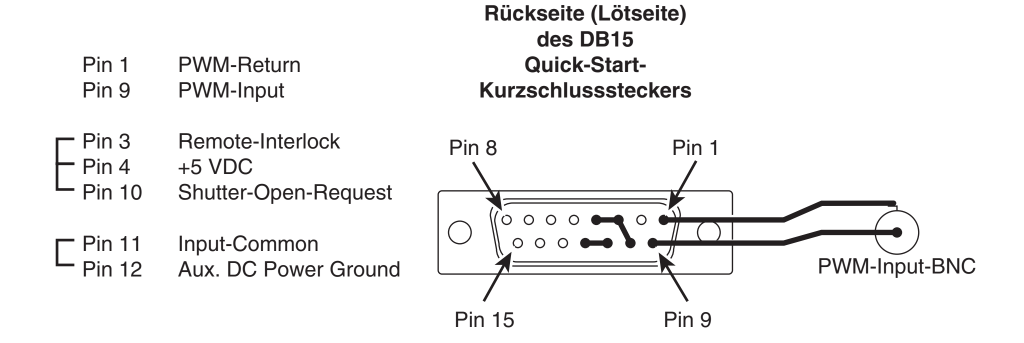


Abbildung 3-7 Quick-Start-Plug-Schaltplan

Abbildung 3-8 auf der nachfolgenden Seite veranschaulicht das gleichwertige interne Schaltbild der Eingangsschaltung; Tabelle 3-4 enthält Spezifikationen der Eingangsschaltung.

Technische Referenzen

User I/O-Anschlüsse

Abbildung 3-8 Äquivalentschaltbild Eingang

Tabelle 3-4 Spezifikationen der Eingangsschaltung

Eingangssignal	Typ und Spezifikationen des Eingabegerätes
PWM-Input	Hochgeschwindigkeits-LED mit Optokoppler, Vorwärtsspannungsabfall (Vf) 1,5 VDC Aus-Zustand Vmax +0,8 VDC Ein-Zustand Vmin +3,5 VDC bei 3 mA Ein-Zustand (dauerhaft) Vmax +6,7 VDC bei 10 mA Frequenz, max. 100 kHz
Remote-Reset/Start-Request Remote-Interlock Shutter-Open-Request	Bidirektionale Optokoppler-LED, Vorwärtsspannungsabfall (Vf) 1,15 VDC Aus-Zustand Vmax < 1,0 VDC Ein-Zustand Vmin ±5,0 VDC bei 7 mA Ein-Zustand (dauerhaft) Vmax ±24,0 VDC bei 40 mA

Hinweis: Bevor die Firestar +5 VDC Stromversorgung sich nicht stabilisiert hat (circa 200 ms nach Einschalten des Gleichstroms), darf kein Signal an den Remote-Reset/Start-Request-Eingang angelegt werden.

User I/O-Anschlüsse

Ausgangssignale

Firestars fünf benutzerdefinierbare Ausgänge entsprechen den unten beschriebenen Funktionen. Bei diesen Ausgängen handelt es sich um optoisolierte Halbleiterrelais, die „High-Side-“ und „Low-Side“-Schalten ermöglichen. Der gemeinsam genutzte Anschluss, Output-Common, ist von der Masseverbindung getrennt, um das „High-Side-“ und „Low-Side“-Schalten zu ermöglichen und Steuersignale zu isolieren und somit eine optimierte EMV-Leistung zu erhalten.

Firestars optisch isolierte Ausgänge sind nützlich, um den Laserstatus an eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) oder ein computergestütztes Steuersystem zu senden. Alle der fünf Ausgänge können 50 mA bei max. ±24 VDC für eine Gesamtbelastung von 250 mA einspeisen. Diese Ausgänge können zur Ansteuerung eines Steuerrelais genutzt werden, um die Steuerung größerer Lasten zu ermöglichen.

Hinweis: Interlock-Open- und Shutter-Open-Eingänge sind abhängige Steuerfunktionen. Der Shutter-Open-Ausgang schließt ***erst*** (*SHT*-LED ist an), wenn ein Shutter-Open-Request-Signal angelegt wird und der Interlock-Open-Ausgang geöffnet wird (*INT*-LED leuchtet grün und *RDY*-LED wird eingeschaltet).

Pin 6 Laser-Active

Dieser bidirektional geschaltete Ausgang wird intern mit Pin 13, Output-Common, verbunden, wenn der Laser aktiv lasert (*LASE*-Anzeige leuchtet rot). Dieser Ausgang ist offen (hochohmig), wenn kein Laserstrahl ausgesendet wird (*LASE*-Anzeige ist aus). Siehe Tabelle 3-5 für Spezifikationen der Ausgangsschaltung.

Pin 7 Fault-Detected

Dieser bidirektional geschaltete Ausgang wird intern mit Pin 13, Output-Common, verbunden, wenn (1) ein Übertemperaturfehler (*TMP*-LED leuchtet rot) oder (2) ein No-Strike-Zustand vorliegt (blaue *SHT*-Anzeige blinkt). Der Ausgang ist offen (hochohmig), wenn der Laserbetrieb innerhalb der Grenzwerte erfolgt (*TMP*-LED leuchtet grün und *SHT*-LED blau). Siehe Tabelle 3-5 für Spezifikationen der Ausgangsschaltung.

Pin 8 Laser-Ready

Dieser bidirektional geschaltete Ausgang wird intern mit Pin 13, Output-Common, verbunden, wenn der Laser aktiviert ist (*RDY*-Anzeige ist an) und zeigt somit an, dass eine Lasertätigkeit stattfinden wird, wenn ein PWM-Steuersignal an Pin 9 und Pin 1 gesendet wird. Wenn dieser Ausgang anfänglich ausgeschaltet wird, beginnt eine Verzögerung von 5 Sekunden, in der jegliche Lasertätigkeiten gesperrt sind. Dieser Ausgang ist offen (hochohmig), wenn kein Laserstrahl ausgesendet wird (*RDY*-LED ist aus). Siehe Tabelle 3-5 für Spezifikationen der Ausgangsschaltung.

Pin 13 Output-Common

Vervollständigen Sie mit diesem Pin die Rückleitung (Erdung) jeder Ausgangsverbindung (Pin 6, 7, 8, 14 oder 15). Die Output-Common-Leitung wird von einer 0,3 A selbstrückstellenden Sicherung geschützt.

Pin 14 Shutter-Open

Dieser bidirektional geschaltete Ausgang wird intern mit Pin 13, Output-Common, verbunden, wenn die Signale Remote-Interlock und Shutter-Open-Request anliegen (*SHT*-LED leuchtet blau und *RDY*-LED leuchtet gelb), und somit die Aktivierung des Lasers anzeigen. Dieser Ausgang ist offen (hochohmig), wenn kein Laserstrahl ausgesendet wird (*SHT*-LED ist aus). Siehe Tabelle 3-5 für Spezifikationen der Ausgangsschaltung.

Technische Referenzen

User I/O-Anschlüsse

Pin 15 Interlock-Open

Dieser bidirektional geschaltete Ausgang wird intern mit Pin 13, Output-Common verbunden, wenn der Remote-Interlock-Eingangsschaltkreis (*INT*-Anzeige leuchtet rot) offen ist und zeigt somit an, dass die Laserfunktion deaktiviert ist. Dieser Ausgang ist offen (hochohmig), wenn die Laserfunktion aktiviert ist (*INT*Anzeige ist grün). Wenn dieser Ausgang zunächst geöffnet wird, gibt es eine fünfsekündige Verzögerung, während der die Lasertätigkeit gesperrt ist. Siehe Tabelle 3-5 für Spezifikationen der Ausgangsschaltung.

Abbildung 3-9 veranschaulicht das gleichwertige interne Schaltbild der Ausgangsschaltung; Tabelle 3-5 enthält Spezifikationen der Ausgangsschaltung des Firestar i401.

Abbildung 3-9 Äquivalentschaltbild Ausgang

Tabelle 3-5 Spezifikationen der Ausgangsschaltung

Ausgabegerät	Spezifikationen
Bidirektional MOSFET	2,5 Ohm Rdson 10 MOhm Aus Spannung ±24 VDC, max. Strom 50 mA, max.

Beispiele für I/O-Schaltungen

Beispiele für Eingänge

Abbildung 3-10 veranschaulicht eine Methode zum Anlegen eines Remote-Interlock-Signals über einen kundenseitigen Begrenzungsschalter. Firestars +24 VDC Auxiliary Power-Ausgang speist den Schaltkreis. Bitte beachten Sie, dass Pin 4, +5 VDC Auxiliary Power, je nach den Spannungsanforderungen des Schaltkreises, stattdessen hätte verwendet werden können.

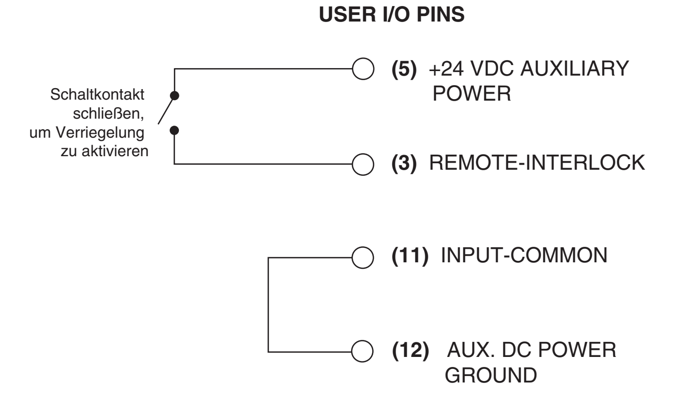


Abbildung 3-10 Kundenseitige Verriegelung

Abbildung 3-11 zeigt eine weitere Variante für das Übermitteln eines Remote-Interlock-Signals an den Laser. In diesem Fall verwendet der Kunde einen Begrenzungsschalter und versorgt den Eingangschaltkreis des Firestar mit einer negativen Spannung.

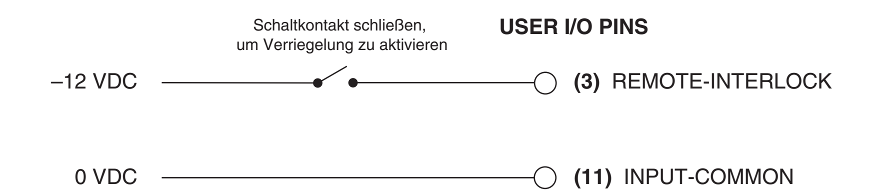


Abbildung 3-11 Kundenseitige Verriegelung, negative Spannungsversorgung

Technische Referenzen

User I/O-Anschlüsse

Eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) kann ebenfalls Firestar-Eingänge ansteuern. Abbildung 3-12 zeigt eine typische Methode zum Anschließen eines SPS-Ausgangsmodul, wenn nur ein Firestar-Eingang verwendet wird.

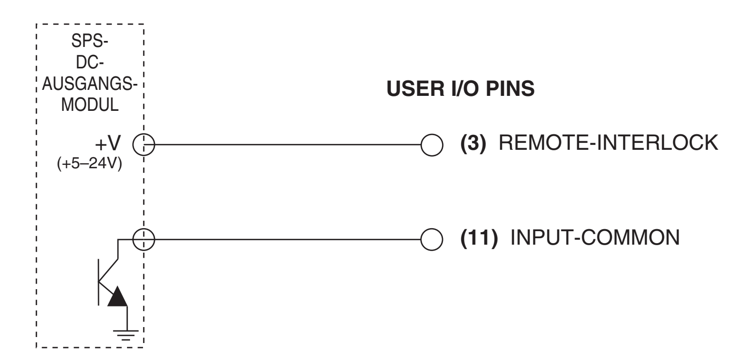


Abbildung 3-12 SPS-gesteuertes Verriegelungssignal

Werden mehrere SPS-Ausgänge verwendet, müssen die Firestart-Eingänge an die SPS, wie in Abbildung 3-13, angeschlossen werden. Durch die Spannungsversorgung (+VDC) von Pin 11, Input-Common, und Verbinden einzelner Eingänge mit der Masse, kann jeder Eingang einzeln und unabhängig über das SPS-Ausgangsmodul aktiviert werden.

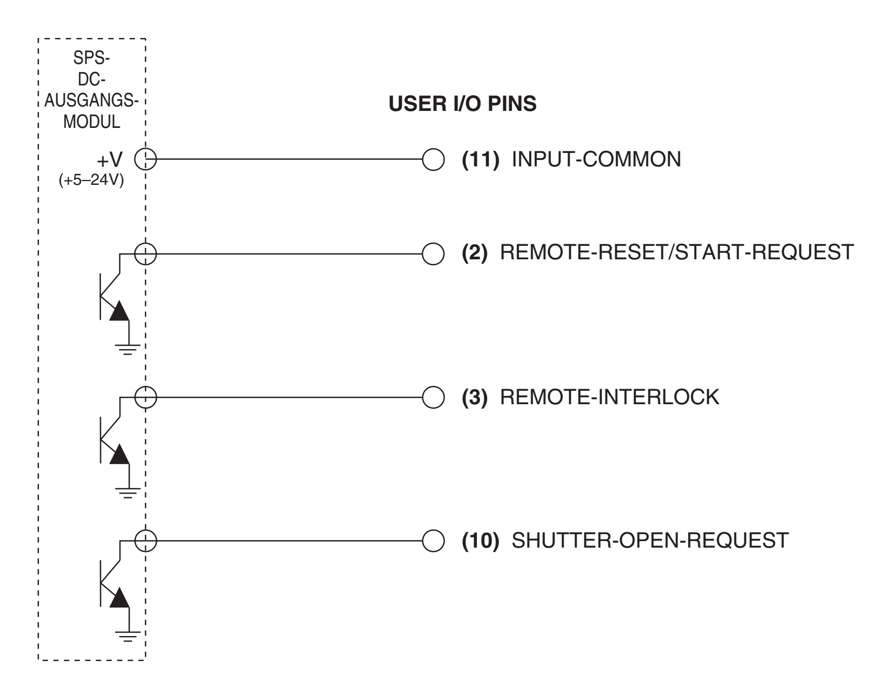


Abbildung 3-13 Mehrere SPS-angesteuerte Eingänge

User I/O-Anschlüsse

Beispiel für Ausgänge

Die optoisolierten, bidirektional geschalteten Ausgänge des Firestar-Lasers können kleine Lasten (max. 50 mA), SPS-Eingänge oder Relais, die höhere Lasten steuern können, treiben. Abbildung 3-14 veranschaulicht eine Methode zur Steuerung einer Warnlampe über den Strom, der vom +24 VDC Auxiliary Power-Ausgang zugeführt wird. Denken Sie daran den Strombegrenzungswiderstand, R1, zu bemessen, so dass die Stromaufnahme 50 mA nicht übersteigt.

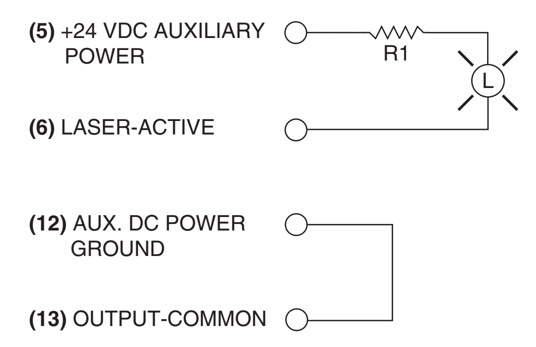


Abbildung 3-14 Firestar-Ausgang speist Warnlampe

Abbildung 3-15 veranschaulicht eine Methode zur Steuerung einer höheren Spannung und höheren Strombelastung durch Nutzung eines 24-V-Steuerrelais. Sie müssen gewährleisten, dass der Anzugsstrom der Relaisspule 50 mA nicht übersteigt. Eine Diode oder Überspannungsschutz muss auf der gesamten Relaisspule installiert werden, um Spannungsspitzen durch Beschädigung der Firestar-Ausgänge zu vermeiden.

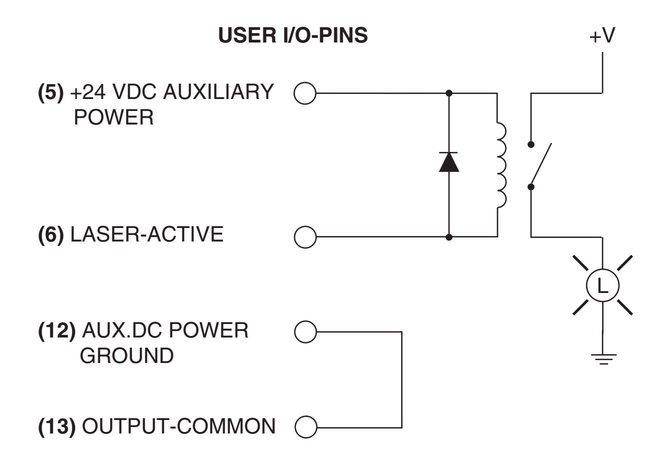


Abbildung 3-15 Firestar-Ausgang speist Relais

Technische Referenzen

User I/O-Anschlüsse

Abbildung 3-16 veranschaulicht, inwiefern die Ausgänge des Firestar-Lasers das DC-Einspeisemodul einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) treiben können. Durch Spannungsversorgung (+VDC) von Pin 13, Output-Common, wird jeder Firestar-Ausgang unabhängig voneinander geschaltet, um individuelle SPS-Eingänge zu aktivieren.

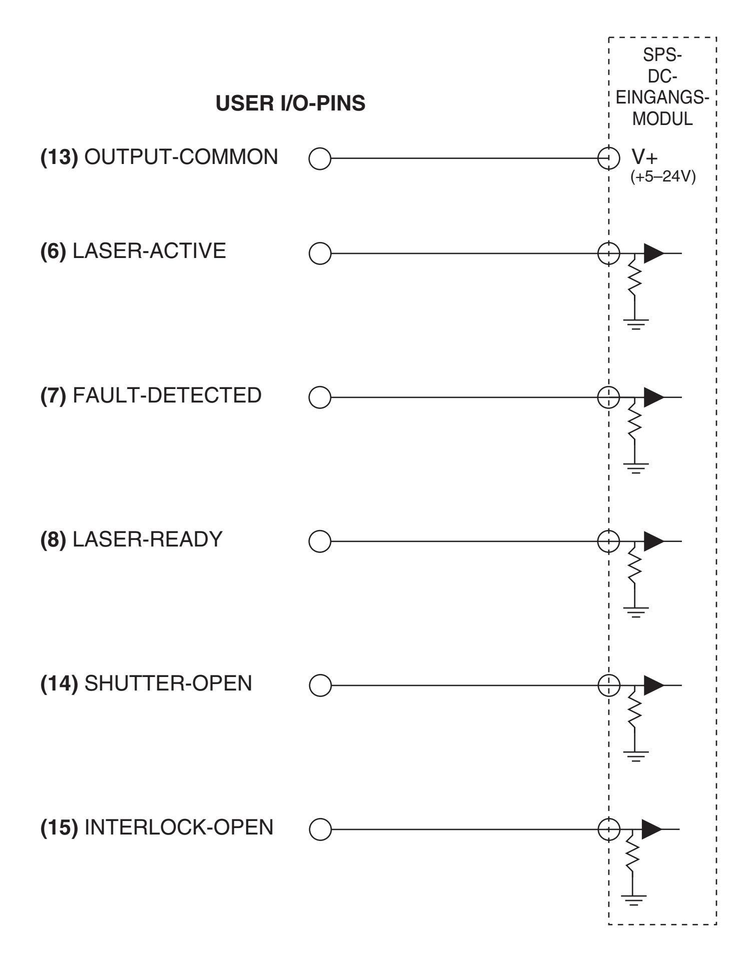


Abbildung 3-16 Firestar-Ausgang speist SPS-Eingangsmodul

Technische Referenzen

DC-Power-/DC-Sense-Cables

Der Abschnitt *DC-Power-/DC-Sense-Cables* umfasst folgende Unterabschnitte:

- DC-Power-Cables
- DC-Voltage-Sense-Cable

DC-Power-Cables

Die im Lieferumfang des Firestar i401 enthaltenen DC-Power-Cables verfügen über eine 1/0 AWG Drahtstärke mit einer Standardlänge von 2,0 m (6,5 ft) bzw. einer optionalen Länge von 5,0 m (16 ft). Der Außendurchmesser des Kabels beträgt 14,9 mm (0,586 Zoll), so dass der Mindestbiegeradius größer als 12 cm (4,7 Zoll) sein muss. Klemmen am Laserende der Kabel passen auf die M10 Stiftschrauben des Lasers; Klemmen am stromzuführenden Ende des Kabels passen auf die M6 (0,25 Zoll) Schrauben.

Für die Verwendung eines anderen Netzteils als dem PS-401 empfehlen wir den Gebrauch einer Fernerkundungsoption, so dass der Versorgungsausgang eine Konstantspannung über verschiedene Lastzustände beibehält. Wählen Sie ein DC-Netzteil, dass einen minimalen Lastwegfall (Round Trip) von 1,0 V ausgleichen kann.

Wichtiger Hinweis: Zur Verlängerung der im Lieferumfang des i401 Laser enthaltenen *DC-Power-Cables* muss der zusätzliche Spannungsabfall berechnet und gemessen werden, um sicherzugehen, dass 48,0 VDC unter Volllastbedingungen an der *+48V POWER*-Anschlussklemme vorhanden sind. Je nach erforderlicher zusätzlicher Länge müssen Sie ein Kabel mit größerem Durchmesser (2/0) verwenden.

DC-Voltage-Sense-Cable

Das im Lieferumfang des i401 Laser enthaltene DC-Voltage-Sense-Cable harmoniert mit der Länge des DC-Power-Cable - entweder mit einer Standardlänge von 2,0 m (6,5 ft) oder der optional erhältlichen Länge von 5,0 m (16 ft). Das zum Anschluss an den Laser bestimmte Ende des DC-Voltage-Sense-Cable verfügt über einen M10 Ringkabelschuh zum Anschluss an die *+48 VDC POWER*-Klemme und einen M4 Gabelkabelschuh zum Anschluss an die *–VDC GND*-Anschlussklemme. Das stromzuführende Kabelende ist mit einem 26-poligen D-Sub-High-Density-Stecker konfektioniert, der an das PS-401 DC-Netzteil angeschlossen wird. Neben Fernerkundungsanschlüssen verfügt die 26-polige HD-Steckverbindung über Steckbrücken (Jumpers) zur Aktivierung der PS-401 Eingänge *Output-Inhibit* und *Output-Interlock*.

Um ein anderes Netzteil als das PS-401 zu verwenden, können Sie Ihr eigenes DC-Voltage-Sense-Cable anfertigen bzw. den 26-poligen D-Sub-Steckverbinder entfernen und eine, Ihren DC-Voltage-Sense-Cable-Anschlüssen entsprechende Anschlussklemme anbringen.

Technische Referenzen

Firestar i401 Webschnittstelle

Der Abschnitt *Firestar i401 Webschnittstelle* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Aufrufen der i401 Website
- Homepage-Layout
- Ereignisprotokoll-Seitenlayout
- Ändern der IP-Adresse des i401
- Alternative Ethernet-Verbindung

Aufrufen der i401 Website

Wichtiger Hinweis: Die i401 Webschnittstelle ist ***nicht*** mit dem Google Chrome-Browser kompatibel.

Firestar i401 Laser sind mit einer festen IP-Adresse vorbelegt, die eine einfache Ethernet-Verbindung zwischen dem i401 Laser und einem Host gestattet. Zum Anschließen Ihres Hostrechners an den i401 Laser über eine Peer-to-Peer-Ethernet-Verbindung müssen Sie die in den nachfolgenden Abschnitten aufgeführten Schritte ausführen:

Wichtiger Hinweis: Der Anschluss an ein lokales Netzwerk ist gestattet, vorausgesetzt die IP-Adresse des Lasers ist eindeutig Ihrem Netzwerk zugewiesen, anderenfalls benötigen Sie eine Peer-to-Peer-Verbindung. Für die Verbindung zu einem lokalen Netzwerk muss ein nicht gekreuztes (Straight-Through-) Ethernetkabel zwischen dem p250 Laser und Ihrem Ethernet-Router oder -Hub verwendet werden.

Hinweis: Zur Durchführung des unten aufgeführten Verfahrens kann die Unterstützung Ihrer IT-Abteilung notwendig sein, wenn die Ethernet-Konfiguration Ihres Werks automatisch über das Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) erfolgt. Die i401 Peer-to-Peer-Ethernetverbindung muss an einen Computer mit einer statischen IP-Adresse angeschlossen werden, die nicht mit einem lokalen Netzwerk verknüpft ist.

Festlegen der statischen IP-Adresse für Ihren Rechner

Hinweis: Die genauen Schritte können je nach Betriebssystem variieren.

1 Trennen Sie den Rechner von Ihrem lokalen Netzwerk durch Entfernen sämtlicher Netzwerkkabel.

2 Im *Start*menü wählen Sie *Einstellungen* und *Netzwerkverbindungen* aus.

3 Doppelklicken Sie auf das entsprechende lokale Netzwerk (Local Area Network; LAN).

4 Rufen Sie die *Internet Protocol (TCP/IP)*-Eigenschaften des LANs auf.

5 Wählen Sie „Folgende IP-Adresse verwenden:“ aus und geben Sie die nachfolgenden Informationen ein: Klicken Sie anschließend auf *OK*, um die Änderungen zu übernehmen.

IP-Adresse: 192.168.50.100
Subnetzmaske: 255.255.255.0

Anschluss an den Firestar 401 Laser

1 Trennen Sie den Laser vom DC-Netzteil.

2 Finden Sie das im Lieferumfang enthaltene Ethernet-Crossover-Kabel.

Firestar i401 Webschnittstelle

3 Verbinden Sie Ihren Rechner und den i401 *Ethernet*-Anschluss mit dem Crossover-Kabel.

Hinweis: Das im Lieferumfang des Lasers enthaltene Ethernet-Kabel ist ein geschirmtes Crossover-Kabel. Erfordert Ihre Netzwerkanwendung ein nicht gekreuztes Patchkabel bzw. Sie haben ein eigenes Crossover-Kabel, muss gewährleistet werden, dass das Ethernet-Kabel ein für den Industriebereich geschirmtes CAT 5e oder CAT 6-Kabel ist.

4 Legen Sie eine 48-VDC-Versorgungsspannung an den Laser an.

5 Öffnen Sie Ihren Webbrowser und geben Sie „http://192.168.50.50" (ohne Anführungszeichen) ein und drücken Sie anschließend auf *Enter*.

Homepage-Layout

Die Firestar i401 Laser bieten eine webbasierte Internetschnittstelle, die es Ihnen ermöglicht über einen Standard-Webbrowser (siehe Abbildung 3-17) auf schreibgeschützte Informationen zum LED- und HF-Modulstatus zuzugreifen, einschließlich Spannung, Strom und Temperaturmessungen.

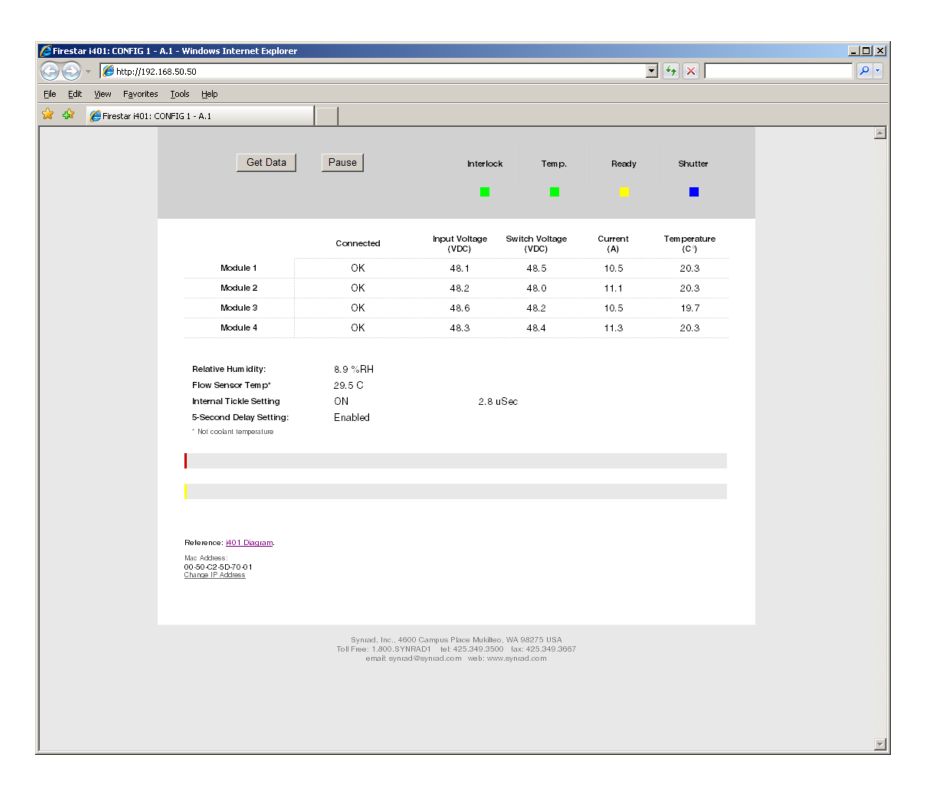


Abbildung 3-17 Firestar i401 Homepage

Hinweis: Bei Erstinbetriebnahme des Lasers kann nach einer fünfsekündigen Ladeverzögerung der Webschnittstelle auf die Webseite zugegriffen werden.

Sobald die Homepage sich öffnet, beginnt der Firestar i401 Laser damit Statusdaten, basierend auf dem gegenwärtigen Zustand des Lasers, zu senden. Sind die anfänglichen Daten geladen, wird die Schaltfläche *Get Data* zur Datenerfassung aktiviert. Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die statische Homepage jede Sekunde zu aktualisieren. Klicken Sie auf die Schaltfläche *Pause*, um die Aktualisierung anzuhalten. Wenn im aktiven Zustand der Homepage eine Störung eintritt, wird der Aktualisierungsprozess automatisch angehalten und es wird eine Fehlermeldung angezeigt. Die angezeigten Datenwerte verfügen über eine Genauigkeit von ±0,25 Einheiten.

Technische Referenzen

Firestar i401 Webschnittstelle

Schaltfläche „Get Data“ (Daten erfassen)

Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Daten der Website jede Sekunde zu aktualisieren.

Schaltfläche „Pause“

Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Aktualisierung der Website anzuhalten.

Status-LEDs

Die Symbole „Interlock“, „Temp“, „Ready“ und „Shutter“ zeigen den aktuellen Zustand der *Status*-LEDs an.

Hinweis: Da die i401 Homepage eine statische Webseite ist, zeigen die Symbole „Ready“ und „Shutter“ keine Fehlercodes durch Blinken an; der graue Abschnitt *Error Messages* zeigt jedoch den Fehler an.

HF-Moduldaten

Dieser Abschnitt zeigt die Betriebsbedingungen für jedes der vier HF-Module des i401.

Connected (Verbunden)

„OK“ bedeutet, dass das HF-Modul an das Steuermodul angeschlossen ist. „NC“ bedeutet, dass das Steuermodul keine Verbindung mit dem HF-Modul erkennt.

Input Voltage (VDC) (Eingangsspannung)

Zeigt den am Eingang des Strommoduls erfassten DC-Spannungspegel an.

Switch Voltage (VDC) (Schaltspannung)

Zeigt den am Eingang des HF-Moduls erfassten DC-Spannungspegel an.

Current (A) (Strom)

Zeigt den von jedem HF-Modul verbrauchten DC-Strom (Stromstärke in Ampere) an.

Temperatur (°C)

Zeigt die Kühlkörpertemperatur eines jeden HF-Moduls an.

Relative Humidity (Relative Luftfeuchtigkeit):

Zeigt die gemessene relative Luftfeuchtigkeit (RH) im Gehäuse des i401 Lasers an. Kommt Spülgas zum Einsatz sollte der RH-Wert innerhalb von 10-15 Minuten auf 0 % (± 10 %) sinken. Sinkt die relative Luftfeuchtigkeit niemals unter etwa 10 %, muss der Spülgasdurchsatz leicht erhöht werden.

Flow Sensor Temp* (Durchflusssensor-Temp.):

Zeigt die Temperatur des Kühlsystems, gemessen ***nach*** den HF-Verstärkermodulen.

Wichtiger Hinweis: Der *Flow-Sensor-Temp*-Wert ist ***keine*** Kühlmitteltemperaturmessung und darf nicht für die Einstellung des Temperatursollwerts der Kühleinheit verwendet werden!

Internal Tickle Setting (Interne Tickle-Einstellung):

Weist auf einen aktivierten Tickle-Puls hin (ON) und zeigt die aktuelle Tickle-Einstellung an.

5 Seconds Delay Setting (5 Sekunden Verzögerung):

Weist darauf hin, dass die fünfsekündige Verzögerung aktiv ist (aktiviert).

Error message area (Fehlermeldungsbereich)

Hartnäckige Fehler (die ein Aus- und wieder Einschalten des DC-Netzteils erfordern) werden immer im oberen Fehlermeldungsbereich (rot) angezeigt, während Warnmeldungen immer im unteren Meldungsbereich (gelb) angezeigt werden. Tritt eine Störung ein, bevor die Webschnittstelle aktiv ist, wird die Fehler- oder Warnmeldung angezeigt; es werden jedoch keine anderen Betriebsdaten archiviert oder angezeigt.

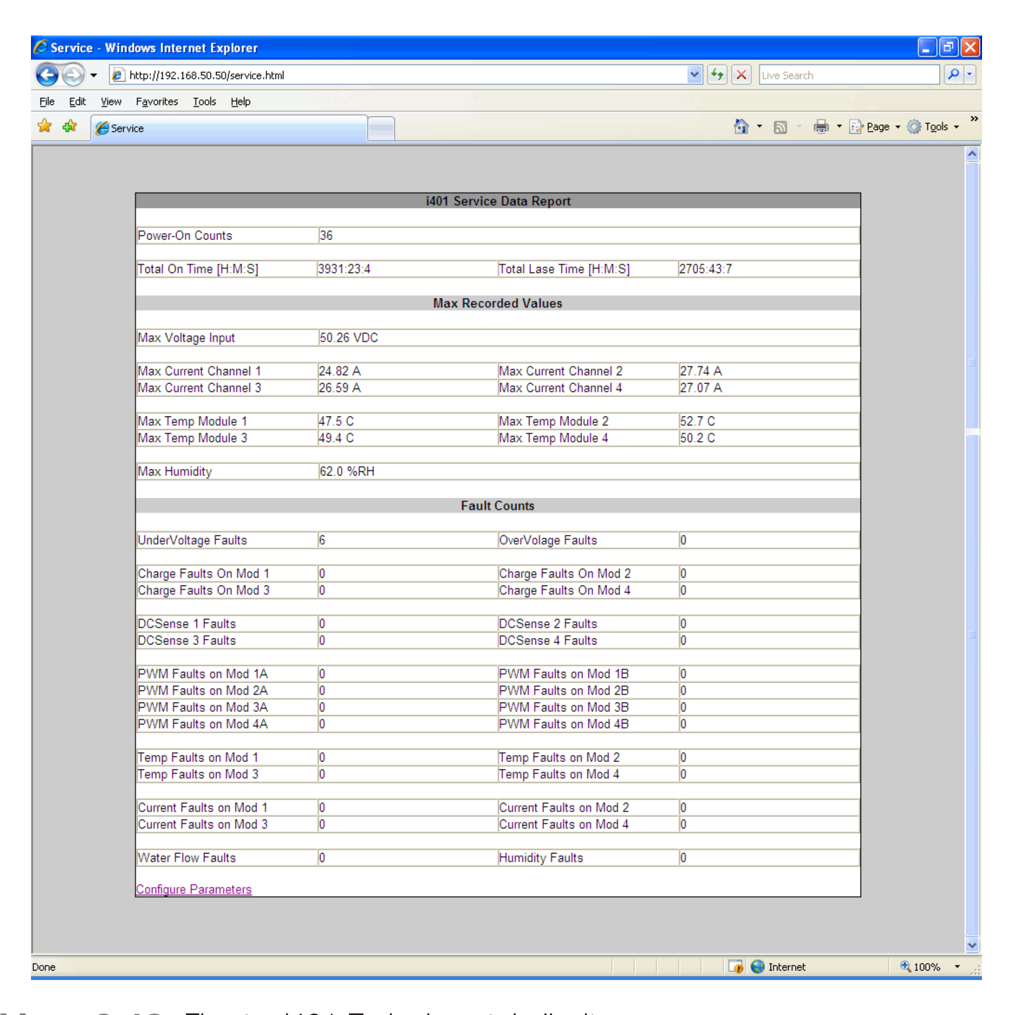
Reference: i401 Diagram (Referenz: i401 Diagramm)

Hyperlink zu einer Abbildung, die verschiedene i401-Module und deren Position im Lasergehäuse anzeigt.

Link „Configure IP Address“ (Konfiguration der IP-Adresse)

Klicken Sie auf diesen Link, um die werksseitig eingestellte Standard-IP-Adresse (192.168.50.50) zu ändern. Siehe Abschnitt „*Ändern der i401 IP-Adresse*“ für weitere Informationen.

Ereignisprotokoll-Seitenlayout



i401 Service Data Report			
Power-On Counts	36		
Total On Time [H:M:S]	3931:23:4	Total Lase Time [H:M:S]	2705:43:7
Max Recorded Values			
Max Voltage Input	50.26 VDC		
Max Current Channel 1	24.82 A	Max Current Channel 2	27.74 A
Max Current Channel 3	26.59 A	Max Current Channel 4	27.07 A
Max Temp Module 1	47.5 C	Max Temp Module 2	52.7 C
Max Temp Module 3	49.4 C	Max Temp Module 4	50.2 C
Max Humidity	62.0 %RH		
Fault Counts			
UnderVoltage Faults	6	OverVolage Faults	0
Charge Faults On Mod 1	0	Charge Faults On Mod 2	0
Charge Faults On Mod 3	0	Charge Faults On Mod 4	0
DCSense 1 Faults	0	DCSense 2 Faults	0
DCSense 3 Faults	0	DCSense 4 Faults	0
PWM Faults on Mod 1A	0	PWM Faults on Mod 1B	0
PWM Faults on Mod 2A	0	PWM Faults on Mod 2B	0
PWM Faults on Mod 3A	0	PWM Faults on Mod 3B	0
PWM Faults on Mod 4A	0	PWM Faults on Mod 4B	0
Temp Faults on Mod 1	0	Temp Faults on Mod 2	0
Temp Faults on Mod 3	0	Temp Faults on Mod 4	0
Current Faults on Mod 1	0	Current Faults on Mod 2	0
Current Faults on Mod 3	0	Current Faults on Mod 4	0
Water Flow Faults	0	Humidity Faults	0

Configure Parameters

Abbildung 3-18 Firestar i401 Ereignisprotokollseite

Technische Referenzen

Firestar i401 Webschnittstelle

Um auf die Ereignisprotokollseite des i401 zuzugreifen (Abbildung 3-18), müssen Sie Ihren Webbrowser öffnen, „http://192.168.50.50/service.html“ (ohne Anführungszeichen) eingeben und anschließend *Enter* drücken. Die Ereignisprotokollseite erscheint und zeigt über die Lebensdauer des Lasers erfasste Informationen an. Diese Informationen umfassen Einschaltzyklen sowie die gesamte Laufzeit/Dauer der Lasertätigkeit, Höchstwerte für Spannung, Strom, Temperatur und Feuchtigkeit sowie die jeweilige Anzahl der auftretenden Störungen. Auf der Homepage werden Ihnen aktuell existierende Fehler angezeigt.

Ändern der IP-Adresse des i401

Zum Ändern der werksseitig eingestellten Standard-IP-Adresse des i401 müssen folgende Schritte ausgeführt werden:

Wichtiger Hinweis: Erfassen und speichern Sie die neue IP-Adresse als künftige Referenz. Nachdem die werksseitig eingestellte IP-Adresse geändert wurde, kann sie nicht aus der Ferne zurückgesetzt werden.

1. Klicken Sie auf den Link *Configure IP Address* auf der Firestar i401 Webseite.
2. Die Seite „Change IP Address“ lädt (Abbildung 3-19) und zeigt die werksseitig eingestellte IP-Adresse, Subnetzmasken- und Gateway-Adressen an.

Change IP Address

IPAddress:	192	168	50	50
SubnetMask:	255	255	255	0
Gateway:	192	168	50	1

submit

Abbildung 3-19 Firestar i401 Seite zum Ändern der IP-Adresse

3. Ändern Sie die IP-Adresse, Subnetzmasken- und Gateway-Adressen, falls erforderlich. Stellen Sie sicher, dass diese Adressänderungen an einem sicheren Ort erfasst und gespeichert werden und klicken Sie auf die Schaltfläche *Submit*.

   Um die IP-Einstellungen wieder auf die Standardeinstellungen (Werkseinstellungen) zurückzusetzen, klicken Sie einfach auf *Submit*, wenn die Seite „Change IP Address“ öffnet.
4. Trennen Sie den Laser vom DC-Netzteil, warten Sie 30 Sekunden und schließen Sie ihn wieder an die 48-VDC-Stromversorgung an.
5. Öffnen Sie Ihren Webbrowser, geben Sie die neue IP-Adresse (http://xxx.xxx.xxx.xxx) ein und drücken Sie anschließend auf *Enter*. Die i401 Homepage sollte wie in Abbildung 3-17 angezeigt, erscheinen. Um die Ereignisprotokollseite zu erreichen, geben Sie „http://xxx.xxx.xxx.xxx/service.html“ (ohne Anführungszeichen) ein; wobei xxx.xxx.xxx.xxx die neue IP-Adresse ist.

Alternative Ethernet-Verbindung

In Situationen in denen es notwendig ist, den Firestar i401 Laser vom internen IT-Netzwerk zu trennen, die i401 Webseite jedoch weiterhin über einen vernetzten Steuerrechner zugreifbar sein muss, können Sie den i401 Laser über einen USB-Ethernet-Adapter mit dem vernetzten Rechner verbinden. Geräte, wie TRENDnet TU2-ET100 *USB-10/100 Mbit/s-Adapter* gestatten Ihrem vernetzten Rechner den Zugriff auf die Firestar 401 Webseite über den USB-Anschluss des Rechners, wodurch der Laser vom Rechnernetz getrennt wird. Verwenden Sie in diesem Fall ein Crossover-Ethernet-Kabel zwischen dem i401 Laser und dem USB-Ethernet-Adapter.

Technische Referenzen

Firestar i401 Firmware-Aktualisierung

Der Abschnitt *Firestar i401 Firmware-Aktualisierung* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Benötigte Materialien/Geräte
- Firmware-Aktualisierungsprozess

Benötigte Materialien/Geräte

Folgende Materialien und Geräte werden für die Aktualisierung der Firmware in einem i401 Laser benötigt:

- Firmware-Aktualisierungsdatei (i401_Firmware_Upgrade.zip) von SYNRAD
- Ethernet-Crossover-Kabel
- Windows®-basierter PC

Firmware-Aktualisierungsprozess

Wichtiger Hinweis: Die Firmware-Aktualisierung muss über eine Peer-to-Peer-Verbindung zwischen dem i401 Laser und Hostrechner, wie nachfolgend beschrieben, erfolgen.

Hinweis: Die Firestar i401 Webschnittstelle ist ***nicht*** mit dem Google Chrome-Browser kompatibel.

Deaktivieren der Firewall Ihres Rechners

1 Ist die Firewall Ihres Rechners aktiviert, müssen Sie Ihren IT-Administrator benachrichtigen und die Firewall deaktivieren, bevor Sie fortfahren können.

Aktivieren des TFTP-Clients Ihres Rechners

Hinweis: Der TFTP-Client ist standardmäßig auf Windows® 7 und Vista Betriebssystemen deaktiviert. Folgen Sie den Schritten dieses Unterabschnitts zur Aktivierung der TFTP-Client-Funktion.

1 Doppelklicken Sie in der Windows-Systemsteuerung auf *Programme und Funktionen* (Abbildung 3-20).

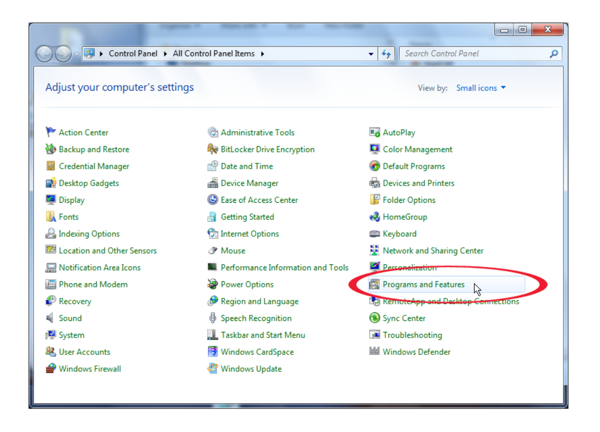


Abbildung 3-20 Windows-Systemsteuerung

Firestar i401 Firmware-Aktualisierung

2 Im Dialogfenster *Programme und Funktionen* klicken Sie auf die Option *Windows Funktionen ein- oder ausschalten*, siehe Abbildung 3-21.

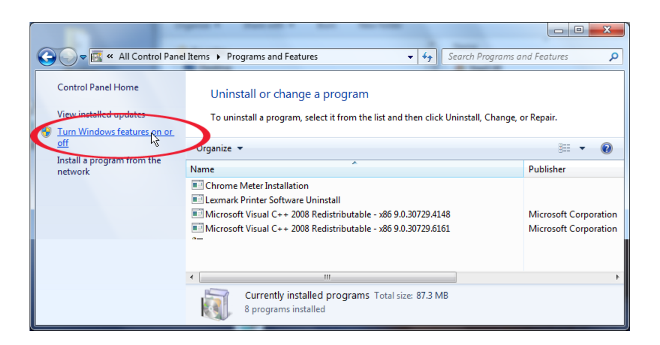


Abbildung 3-21 Dialogfenster - Programme und Funktionen

3 Überprüfen Sie den Status des TFTP-Clients im Dialogfenster *Windows-Funktionen* (Abbildung 3-22) und klicken Sie anschließend auf *OK*.

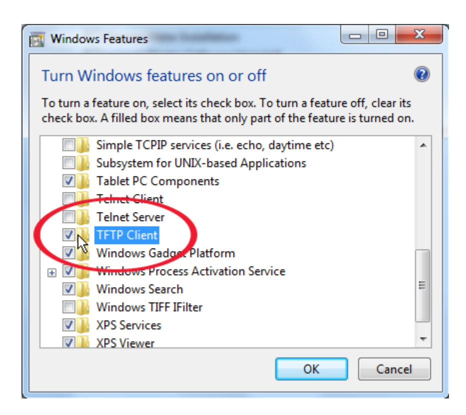


Abbildung 3-22 Dialogfenster - Windows-Funktionen

4 Ein Fenster mit einem Fortschrittsbalken erscheint, während die TFTP-Client-Funktion aktiviert wird. Wenn dieses Fenster schließt, können Sie zum nächsten Abschnitt fortschreiten.

Festlegen der statischen IP-Adresse für Ihren Rechner

Hinweis: Die genauen Schritte können je nach Betriebssystem variieren.

1 Trennen Sie den Rechner von Ihrem lokalen Netzwerk durch Entfernen sämtlicher Netzwerkkabel.

2 Doppelklicken Sie in der Windows-Systemsteuerung auf *Netzwerk- und Freigabecenter*.

3 Klicken Sie im Dialogfenster *Netzwerk- und Freigabecenter* auf die Option *Lokale Netzwerkverbindung (LAN)*.

4 Klicken Sie im Dialogfenster *Status von LAN-Verbindung* auf die Schaltfläche *Eigenschaften*.

5 Wählen Sie aus dem Dialogfenster *Eigenschaften von LAN-Verbindung* (Abbildung 3-23) *Internetprotokoll Version 4 (TCP/IPv4)* aus und klicken Sie auf die Schaltfläche *Eigenschaften*.

Firestar i401 Firmware-Aktualisierung

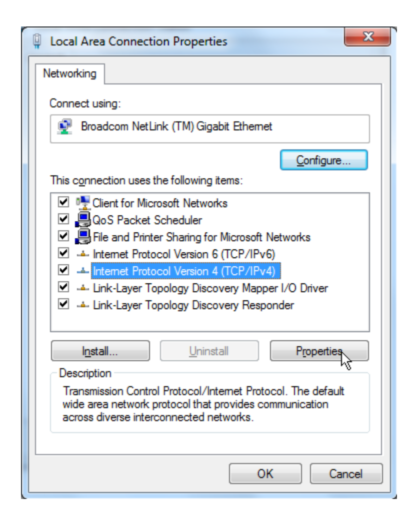


Abbildung 3-23 Dialogfenster - Eigenschaften von LAN-Verbindung

6 Wählen Sie im Dialogfenster *Eigenschaften von Internetprotokoll Version 4 (TCP/IPv4)* (Abbildung 3-24) „Folgende IP-Adresse verwenden:" aus und geben Sie folgende Informationen ein:

IP-Adresse: 192.168.50.100
Subnetzmaske: 255.255.255.0

Hinweis: Das Standardgateway-Feld kann leer bleiben.

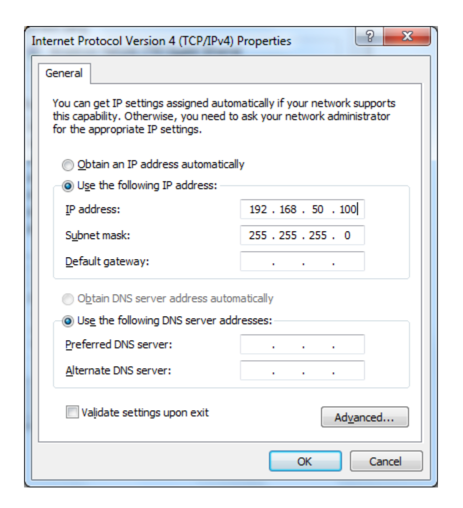


Abbildung 3-24 Dialogfenster - Eigenschaften von Internetprotokoll (TCP/IP)

7 Klicken Sie anschließend auf OK, um die Änderungen zu übernehmen.

Technische Referenzen

Firestar i401 Firmware-Aktualisierung

Vorbereiten der Aktualisierungsdateien

1 Doppelklicken Sie auf die Datei *i401_Firmware_Upgrade.zip* und extrahieren Sie den enthaltenen Firmware-Aktualisierungsordner auf den Desktop Ihres Computers.

2 Doppelklicken Sie auf den Firmware-Aktualisierungsordner, um diesen zu öffnen.

Anschluss an den Firestar 401 Laser

1 Trennen Sie den Laser vom DC-Netzteil.

2 Finden Sie das im Lieferumfang enthaltene Ethernet-***Crossover***-Kabel und schließen Sie es an Ihren Computer und den *Ethernet*-Anschluss des i401 Lasers an.

3 Trennen Sie den *Quick-Start-Plug* vom i401 *User I/O*-Anschluss.

4 Legen Sie die 48-VDC-Stromversorgung an den Laser an und warten Sie 15 Sekunden, bis die Firmware initialisiert ist.

5 Sollten Sie die IP-Adresse des i401 geändert haben (Werkseinstellung: 192.168.50.50), müssen Sie diese zurücksetzen. Ist dies nicht der Fall, können Sie mit dem nächsten Abschnitt *Durchführen der Firmware-Aktualisierung* fortfahren.

  a Öffnen Sie Ihren Webbrowser, geben Sie die IP-Adresse des Lasers ein und drücken Sie anschließend auf *Enter*.

  b Erscheint die Homepage, wie in Abbildung 3-25 veranschaulicht, klicken Sie auf den Link *Configure IP Address* am Ende der Seite.

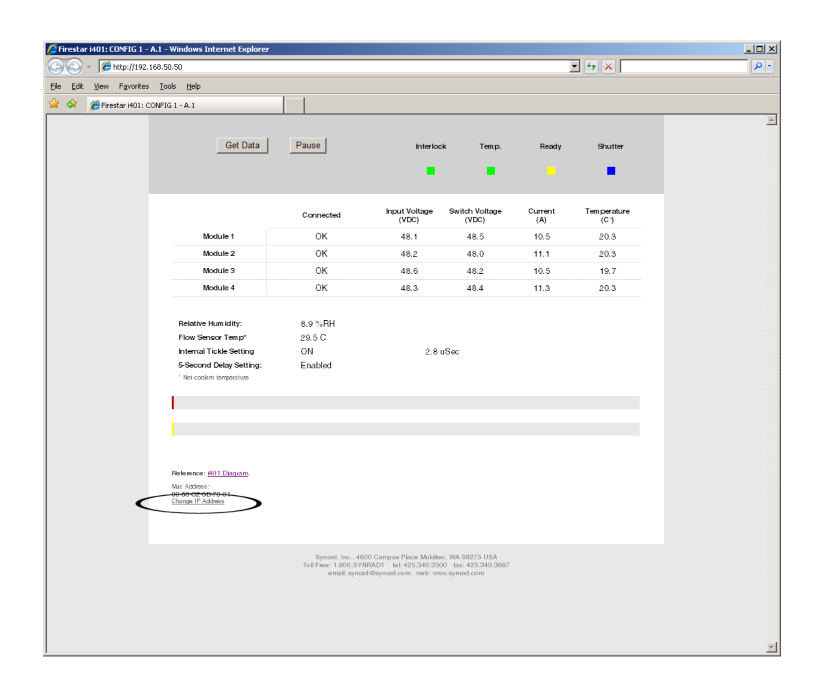


Abbildung 3-25 Link „Configure IP Address“ auf der Firestar i401 Homepage

  c Wenn die Seite *Change IP Address* lädt und die Standard-IP-Adresse anzeigt (Abbildung 3-26), klicken Sie auf die Schaltfläche *Submit*. Dies setzt die IP-Adresse des Lasers auf die Werkseinstellung 192.168.50.50 zurück.

Firestar i401 Firmware-Aktualisierung

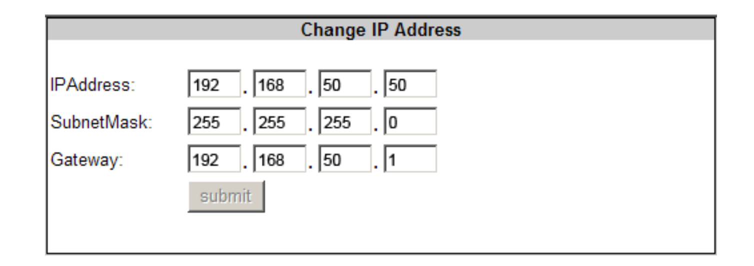


Abbildung 3-26 Firestar i401 Seite zum Ändern der IP-Adresse

Durchführen der Firmware-Aktualisierung

1 Doppelklicken Sie auf die Datei *Update.bat* im Firmware-Aktualisierungsordner.

2 Warten Sie, bis das Batch-Datei-Dialogfenster die Meldung „Done! Press any key to continue…“ (Fertig! Drücken Sie eine beliebige Taste um fortzufahren…) anzeigt.

3 Drücken Sie eine beliebige Taste, um die Batch-Datei zu verlassen.

4 Trennen Sie den Laser vom DC-Netzteil, warten Sie 15 Sekunden und schließen Sie ihn wieder an die 48-VDC-Stromversorgung an

5 Öffnen Sie Ihren Webbrowser und geben Sie „http://192.168.50.50“ (ohne Anführungszeichen) ein und drücken Sie anschließend auf *Enter*.

6 Prüfen Sie den Namen der Registerkarte des Webbrowsers, wenn die i401 Homepage erscheint (Abbildung 3-27). Der Name der Registerkarte sollte lauten: Firestar i401: CONFIG 2 – X.X; dies zeigt an, dass der Laser mit der aktuellen Firmware betrieben wird.

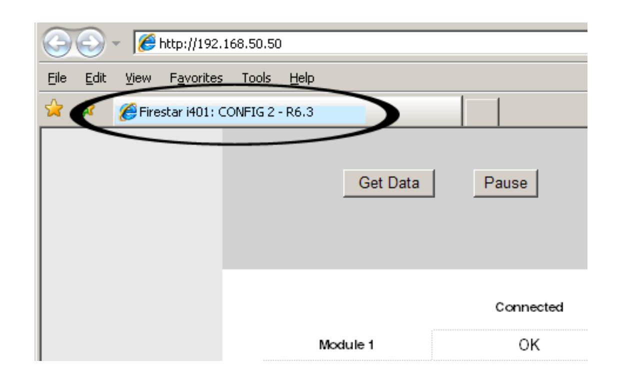


Abbildung 3-27 Anzeige im Firestar i401 Webbrowser

7 Fall notwendig, klicken Sie auf den Link *Configure IP Address* am unteren Ende der i401 Webseite und setzen Sie die Standard-IP-Adresse auf die für Ihre Anwendung erforderliche Adresse zurück.

Reaktivieren der Firewall Ihres Rechners

1 Wenn die Firewall Ihres Rechners für diesen Vorgang deaktiviert wurde, müssen Sie Ihren IT-Administrator benachrichtigen und die Firewall reaktivieren.

Technische Referenzen

Integration von Firestar-Sicherheitsmerkmalen

Der Abschnitt *Integration von Firestar-Sicherheitsmerkmalen* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Schlüsselschalterfunktionen
- Shutter-Funktionen
- Remote-Interlock-Funktionen

Firestars DB-15 *User I/O*-Anschluss gestattet Systemintegratoren oder Endnutzern die Integration von Sicherheitsmerkmalen in ihre Steuersysteme. Die Schlüsselschalter-, Shutter- und Remote-Interlock-Funktionen ermöglichen das Aktivieren bzw. Deaktivieren der DC-Stromversorgung des Firestar-HF-Treibers. Ohne DC-Stromversorgung kann der HF-Treiber keine HF-Energie an den Resonator übertragen. Somit bleibt der Energiezustand des CO_2-Gases Null. Die Firestar-Statusanzeigen bieten Nutzern eine schnelle visuelle Anzeige des Betriebsstatus des Lasers. Sämtliche Stromversorgung der HF-Platine des Lasers wird getrennt, wenn die *RDY*-Anzeige aus ist (Laser-Ready-Ausgang offen).

Schlüsselschalterfunktionen

OEM-Laser

Bei den OEM-Lasern leuchtet die *RDY*-LED beim Einschalten des Gleichstroms (vorausgesetzt der Remote-Interlock-Eingang ist aktiviert) und fünf Sekunden später wird der Gleichstrom am HF-Treiber angelegt. Ist der Shutter-Open-Request-Eingang inaktiv (*SHT*-Anzeige ist aus) werden dem Laser ausschließlich Tickle-Pulse zugeführt. PWM-Steuersignale werden nur aktiviert, wenn sowohl dem Shutter-Open-Request als auch dem Remote-Interlock-Eingang (*INT*-LED leuchtet grün, *RDY*-LED ist an und *SHT*-LED ist an) Spannung zugeführt wird. Übertemperaturstörungen werden durch Trennen und wieder Anlegen von DC-Strom nach Abkühlung des Lasers zurückgesetzt. Remote-Interlock-Fehler sind nicht gesperrt; die *RDY*-LED leuchtet gelb, sobald die Verriegelungsschaltung geschlossen wird (wenn die *INT*-LED von rot zu grün wechselt); fünf Sekunden später ist die Lasertätigkeit aktiviert.

Obwohl kein Remote-Reset/Start-Request-Eingang erforderlich ist, um OEM-Störungen zurückzusetzen, kann er verwendet werden, um Lasertätigkeiten zu verhindern (deaktivieren). Deaktivieren Sie den Laser, indem Sie eine Spannung im Bereich von ±5-24 VDC auf Pin 2, dem Remote-Reset/Start-Request-Eingang anlegen. Das Abschalten der Spannung ermöglicht die Stromversorgung des HF-Treibers und startet einen fünfsekündigen Countdown, nach dessen Ablauf der Laser aktiviert ist (*RDY*-LED leuchtet gelb). Der HF-Treiber bleibt deaktiviert, solange Pin 2 mit Spannung versorgt wird.

Hinweis: Für das Anschließen der Feldverkabelung an den Remote-Reset/Start-Request-Eingang müssen verdrillte Doppelkabel und/oder geschirmte Verkabelung benutzt werden. Siehe *SYNRAD Technisches Rundschreiben Nr. 021* für weitere Informationen.

Ihr Steuersystem kann den Laser-Ready-Status auf dem *User I/O*-Anschluss überwachen, indem Ihre Systemeingänge zwischen Pin 8, Laser-Ready und Pin 13, Output-Common (siehe Abbildung 3-16) verbunden werden.

Der Laser-Ready-Ausgang schließt, wenn der Laser aktiviert ist (*RDY*-LED leuchtet gelb), und zeigt somit an, dass eine Lasertätigkeit ausgeführt werden kann. Der Ausgang ist offen (*RDY*-LED ist aus), wenn die Lasertätigkeit deaktiviert ist.

Hinweis: Nachdem der Laser-Ready -Ausgang schließt, tritt eine fünfsekündige Verzögerung ein, bevor die Lasertätigkeit aktiviert ist.

Shutter-Funktionen

Alle i401 Laser sind mit einem integrierten elektromechanischen Shutter ausgestattet. Das Lasern ist möglich, wenn der Shutter geöffnet ist (*SHT*-LED leuchtet blau) und deaktiviert, wenn der Shutter geschlossen ist (*SHT*-LED ist aus).

Bei i401 OEM-Lasern in automatisierten Systemen erfolgt die Shutter-Bedienung über das Shutter-Open-Request-Signal via Pin 10 am *User I/O*-Anschluss. Um diese Funktion nutzen zu können, müssen Sie eine Spannung im Bereich von ±5-24 VDC auf Pin 10, Shutter-Open-Request, anlegen.

Integration von Firestar-Sicherheitsmerkmalen

Dieses Eingangssignal führt zum Erleuchten der *SHT*-LED (vorausgesetzt die *RDY*-Anzeige ist an) und öffnet den mechanischen Shutter zur Durchführung einer Lasertätigkeit. Durch Trennen der Spannung vom Shutter-Open-Request-Eingang schließt der mechanische Verschlussmechanismus und blockiert somit den Strahlengang; die *SHT*-Lampe erlischt und ausschließlich Tickle-Signale erreichen das Rohr.

Ihr Steuersystem kann den Shutter-Status auf dem *User I/O*-Anschluss überwachen, indem Ihre Systemeingänge zwischen Pin 14, Shutter-Open und Pin 13, Output-Common (siehe Abbildung 3-16) verbunden werden. Der Shutter-Open-Ausgang schließt, wenn ein Shutter-Open-Request-Signal anliegt (*SHT*-LED leuchtet blau) und der Laser-Ready-Ausgang ist geschlossen (*RDY*-LED ist an). Der Ausgang ist offen (*SHT*-LED ist aus), wenn das Shutter-Open-Request-Signal weggenommen wird oder der Laser-Ready-Ausgang offen ist (*RDY*-LED ist aus).

Remote-Interlock-Funktionen

Verriegelungsschaltungen werden häufig genutzt, um Maschinen zu deaktivieren, wenn eine Blende, ein Paneel oder eine Tür geöffnet wird. Die Remote-Interlock-Funktion des Firestar ermöglicht Ihnen das Anschließen einer externen Fern-Verriegelungsschaltung und verhindert das Lasern durch Trennen der DC-Stromversorgung von den HF-Treiberplatinen des Lasers, wenn der Schaltkreis elektrisch „offen" ist.

Die Lasertätigkeit ist aktiviert, wenn ein Remote-Interlock-Signal anliegt (*INT*-LED leuchtet grün), vorausgesetzt die *RDY*-LED leuchtet und ein Shutter-Open-Request-Signal wird angelegt. Die Lasertätigkeit ist deaktiviert, wenn das Remote-Interlock-Signal entfernt wird (*INT*-LED leuchtet rot, *RDY*-LED ist aus). Der HF-Treiber wird ausschließlich mit Gleichstrom versorgt, wenn die *INT*-LED grün und die *RDY*-LED gelb leuchtet. Die Funktionalität der Fernverriegelung wird durch das Remote-Interlock-Signal über Pin 3 auf dem *User I/O*-Anschluss erbracht.

Um die Lasertätigkeit über die Firestar Fernverriegelungsfunktion zu initiieren, muss Pin 3, Remote-Interlock, mit einer Spannung im Bereich von ±5-24 VDC versorgt werden. Durch Anlegen eines Remote-Interlock-Signals leuchtet die *INT*-LED grün, die *RDY*-Anzeige leuchtet gelb und die HF-Platinen des Lasers werden mit Gleichstrom versorgt. Nach einer fünfsekündigen Verzögerung wird ein Tickle-Signal am Rohr angelegt. Ist ein Shutter-Open-Request-Signal vorhanden, werden die PWM-Steuersignale aktiviert und es kann mit dem Lasern begonnen werden. Durch Trennen der Spannung erreicht der Gleichstrom den HF-Treiber nicht, infolgedessen leuchtet die *INT*-LED rot auf und die *RDY*-LED schaltet sich aus. Die Lasertätigkeit bleibt deaktiviert, bis Pin 3 erneut Spannung zugeführt wird.

Ihr Steuersystem kann den Remote-Interlock-Status auf dem *User I/O*-Anschluss überwachen, indem Ihre Systemeingänge mit Pin 15, Interlock-Open und Pin 13, Output-Common (siehe Abbildung 3-16) verbunden werden. Dieser Ausgang ist geschlossen (*INT*-LED leuchtet rot), wenn die Fernverriegelungsschaltung offen ist. Dieser Ausgang ist offen (*INT*-LED leuchtet grün), wenn die Fernverriegelungsschaltung geschlossen ist.

Technische Referenzen

Firestar i401 Allgemeine Spezifikationen

Tabelle 3-6 Firestar i401 Allgemeine Spezifikationen

Parameter	Firestar i401
Spezifikationen der Ausgangsleistung	
Wellenlänge[†]	10,5–10,7 Mikron
Ausgangsleistung, kontinuierlich[1, 2]	400 Watt
Stabilität der Ausgangsleistung[3]	± 7 %
Stabilität der Ausgangsleistung[4]	± 5 %
Modusqualität[5]	$M^2 \leq 1,2$
Durchmesser der Strahltaille (bei $1/e^2$)[6]	6,0 ± 0,6 mm
An der Frontplatte ($1/e^2$), typische	6,7 ± 0,7 mm
Strahldivergenz, Vollwinkel	2,5 ± 0,3 mrad
Elliptizität	< 1,2
Polarisation	linear, um 45° rotiert
Extinktionsverhältnis	> 100:1
Anstiegszeit[7]	< 100 µs
Spezifikationen der Eingangsleistung	
Stromversorgung	
Spannung	48 V ±0,5 VDC
Max. Stromstärke[8]	125 A
Einschaltstrom (max.)	170 A für < 10 ms
Steuersignal	
Spannung	+3,5 bis +6,7 VDC
Stromstärke (max., kontinuierlich)	10 mA bei +6,7 VDC
Frequenz	DC-100 kHz
Arbeitszyklus	1 % - 100 % (CW)
Logikzustand LOW (Vmin - Vmax.)	0,0 bis +0,8 VDC
Logikzustand HIGH (Vmin - Vmax.)	+3,5 bis +6,7 VDC

* Spezifikationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

† Typisch. Der tatsächliche Wellenlängenbereich kann von 10,2–10,8 µm variieren.

1 Dieser Leistungspegel ist für 12 Monate garantiert, ungeachtet der Betriebsstunden.

2 48-VDC-Eingangsspannung für eine garantierte Ausgangsleistung.

3 Vom Kaltstart (Rohr hat 20 °C für 30 Minuten vor dem Start) mit einem Arbeitszyklus von 99 % mit einem Durchfluss von 4 GPM und einer Kühlmitteltemperatur von 20 °C.

4 Nach zwei Minuten (typisch) bei einem Arbeitszyklus von 99 %, 4 GPM Durchfluss und 20 °C Kühlmitteltemperatur.

5 Gemessen bei einem Arbeitszyklus von 99 %, 5 kHz und 20 °C Kühlmitteltemperatur nach 30-minütiger Aufwärmphase.

6 An der Strahlentaille gemessen. Den *Abschließenden Testbericht* des Lasers für die Position der Strahlentaille anzeigen.

7 Gemessen bei 100 Hz, 10 % Arbeitszyklus.

8 Gemessen bei 48-VDC-Eingang, 100 % Arbeitszyklus.

Technische Referenzen

Firestar i401 Allgemeine Spezifikationen

Parameter	Firestar i401
Spezifikationen zur Kühlleistung	
Max. Wärmelast	6000 Watt (20,5 kBtu/h)
Durchfluss (min.)	4 GPM bei < 60 PSI (15,1 lpm bei < 414 kPa)
Druckverlust	10 PSI bei 4 GPM (69,0 kPa bei 15,1 lpm)
Kühlmitteltemperatur[9]	18 °C bis 22 °C
Stabilität der Kühlmitteltemperatur	± 1,0 °C
Umweltspezifikationen	
Betriebstemperatur[10]	15 °C - 40 °C
Luftfeuchtigkeit	0-95 %, nicht kondensierend
Physikalische Spezifikationen	
Länge	48,3 Zoll (122,7 cm)
Breite	8,2 Zoll (20,8 cm)
Höhe	11,8 Zoll (30,0 cm)
Gewicht	130 lbs (59,0 kg)

* Spezifikationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

9 Firestar i401 Laser können bei einer Kühlmitteltemperatur von bis zu 28 °C (82 °F) betrieben werden, um durch Kondensation verursachte Probleme zu reduzieren; dies kann jedoch zu einer Verminderung der Laserleistung und/oder reduzierten Laser-Lebensdauer führen.

10 Die veröffentlichten Spezifikationen werden bei einer Kühltemperatur von 20 °C garantiert.

Technische Referenzen

Firestar i401 Umriss- und Montagezeichnungen

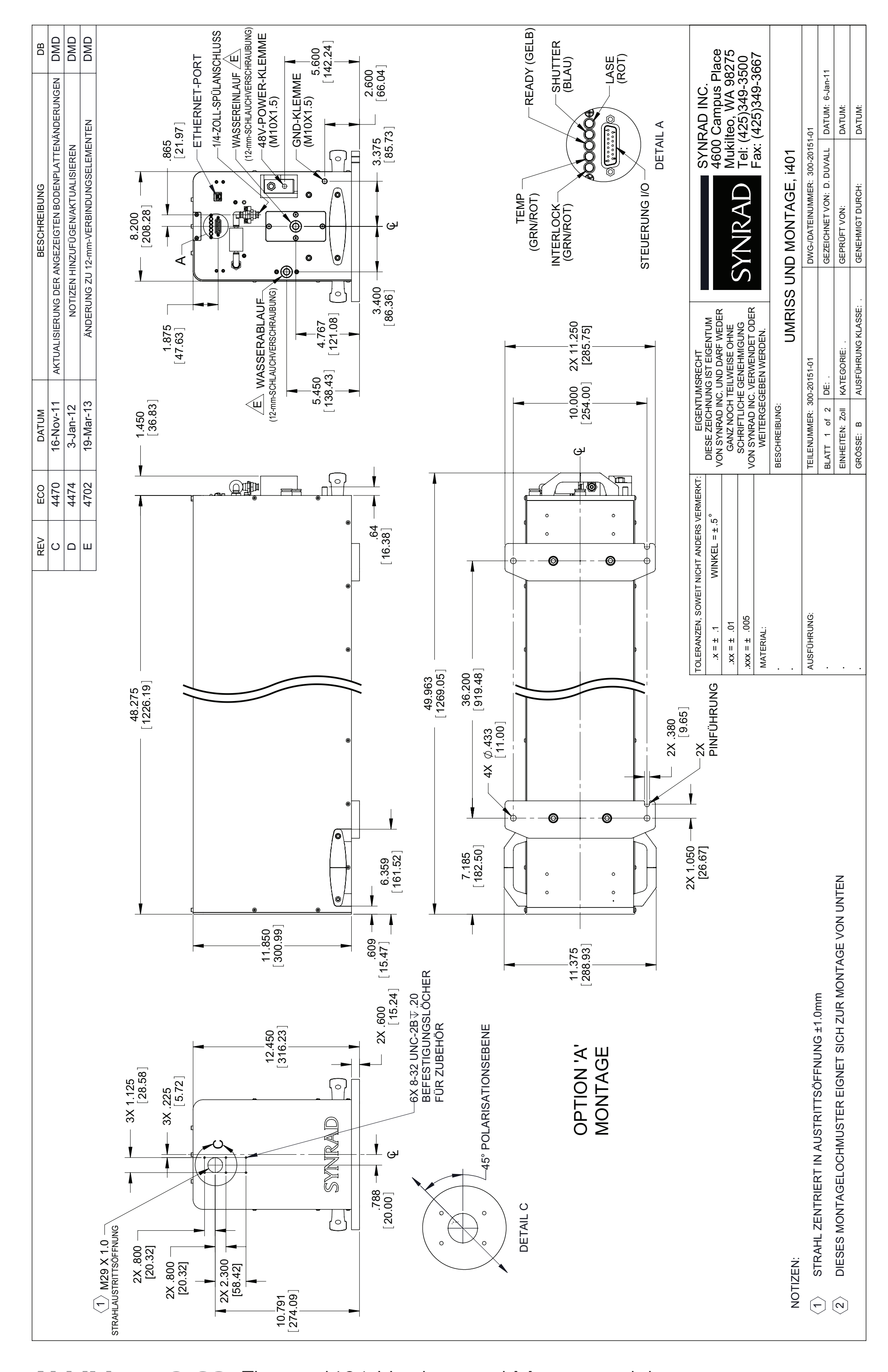


Abbildung 3-28 Firestar i401 Umriss- und Montagezeichnungen

Firestar i401 Umriss- und Montagezeichnungen

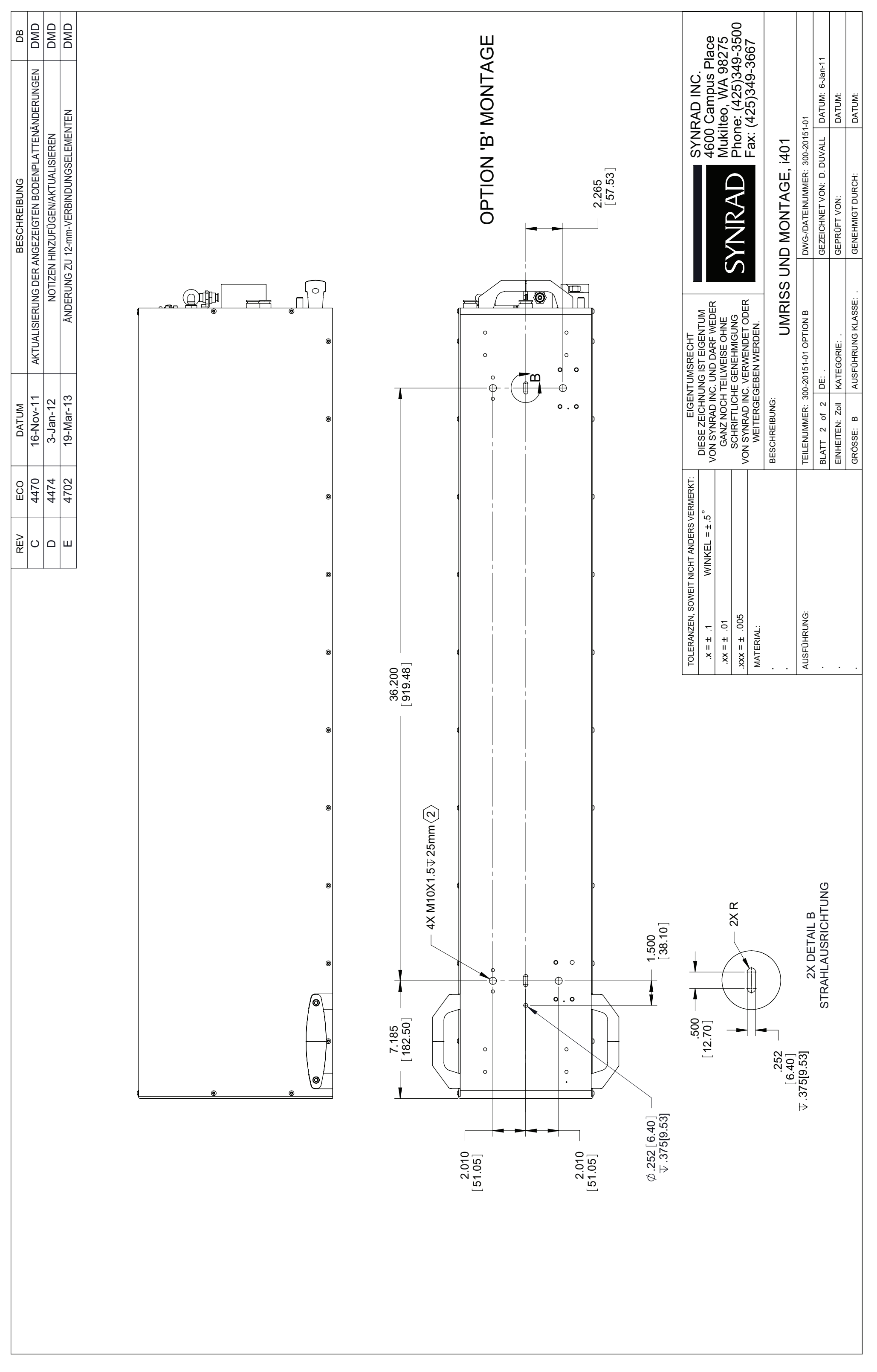


Abbildung 3-29 Firestar i401 Außen- und Einbaumaße (ohne Befestigungsfüße)

Firestar i401 Verpackungsanweisungen

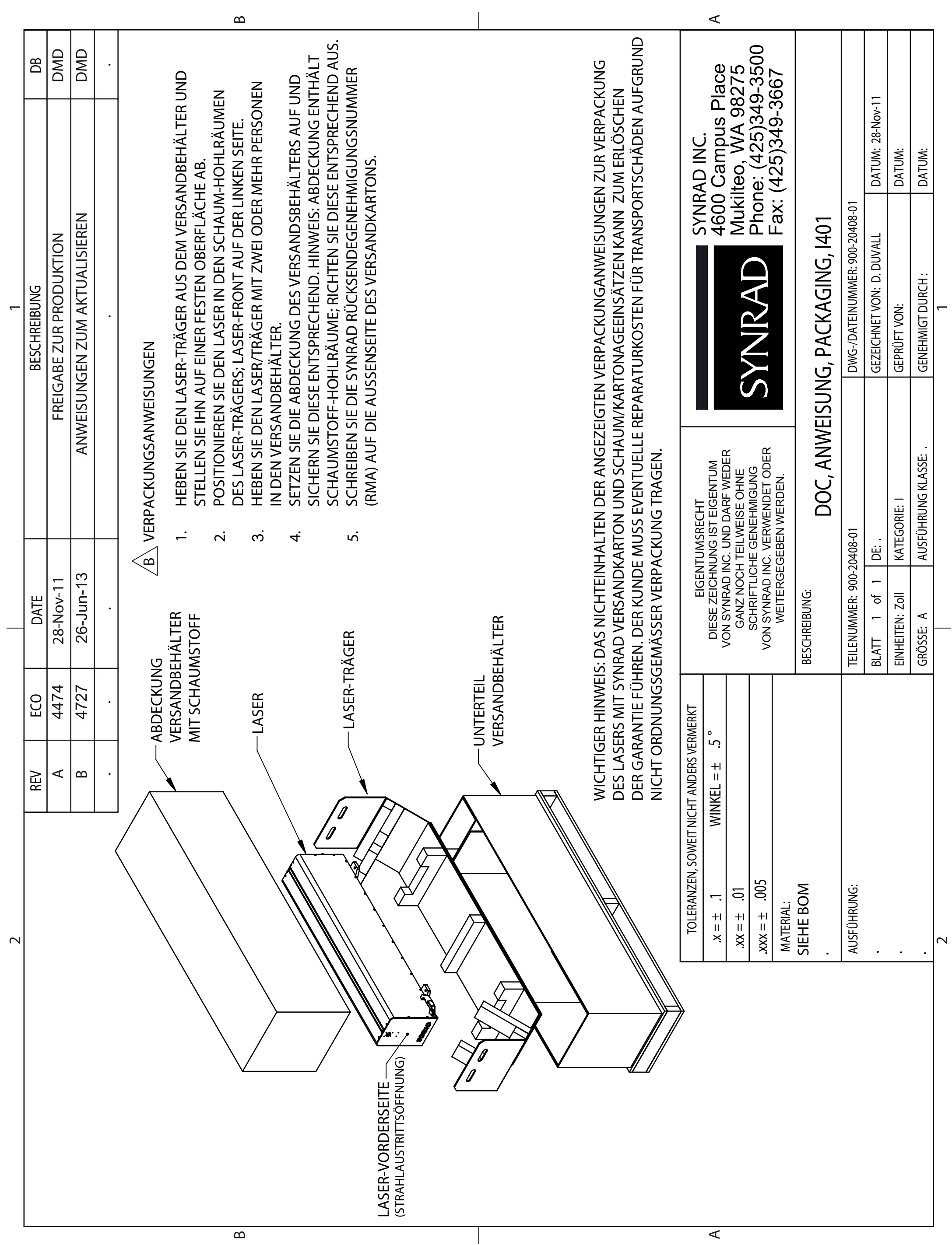


Abbildung 3-30 Firestar i401 Verpackungsanweisungen

Wartung/ Fehlerbehebung

4

In diesem Kapitel finden Sie Informationen zur Wartung und Fehlerbehebung Ihres Firestar i401 Lasers.

Dieses Kapitel enthält die folgenden Informationen:

- Wartung – beschreibt typische Firestar i401 Wartungsverfahren.
- Fehlerbehebung – beschreibt die Fehlerbehebung bekannter Probleme mit dem Firestar i401.

Wartung/ Fehlerbehebung

Wartung

Der Abschnitt *Wartung* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Abschalten des i401 Lasers
- Tägliche Kontrollen
- Lagerung/Versand
- Reinigung der optischen Komponenten

Abschalten des i401 Lasers

Vor Wartungsarbeiten an Ihrem Firestar® i401 Laser müssen Sie sicherstellen, dass der Laser vollständig ausgeschaltet ist und die *DC-Power-Cables* vom DC-Netzteil getrennt sind.

Tägliche Kontrollen

Folgende Schritte müssen täglich ausgeführt werden, um einen optimalen Betriebszustand Ihres Firestar i401 Lasers zu gewährleisten. Mit Ausnahme der nachfolgend beschriebenen Verfahren sind keine anderen Wartungsarbeiten erforderlich oder sollten durchgeführt werden.

Vorsicht Sachschäden	Wenn Sie Ihren Laser oder Markierkopf in einer schmutzigen oder staubigen Umgebung anwenden möchten, müssen Sie sich vorab bei SYNRAD über die damit verbundenen Risiken und durchführbaren Vorsichtsmaßnahmen erkundigen, um die Lebensdauer Ihres Lasers, Markierkopfes und zugehörigen optischen Komponenten zu erhöhen.



Warnung Schwere Verletzungs-gefahr	Die Beschädigung bestimmter optischer oder Strahlführungskomponenten kann zu einem Risiko der Exposition gegenüber toxischen Substanzen, wie Zinkselenid führen. Bitte kontaktieren Sie SYNRAD, Inc. oder den Optikhersteller für Anweisungen zum Umgang mit einem beschädigten Laser, Markierkopf oder Strahlführungsoptiken.

1 Überprüfen Sie alle Kühlschlauchanschlüsse auf Anzeichen von Leckage. Achten Sie auf Anzeichen von Kondensation, die darauf hindeuten können, dass die Kühlwassertemperatur unterhalb des Taupunkts liegt. Kondensation führt zu Schäden der elektrischen und optischen Komponenten im Inneren des Lasers. Siehe *Einstellen der Kühlmitteltemperatur* im Kapitel „Erste Schritte“ für weitere Informationen zur Vermeidung von Kondensatbildung.

2 Wenn Sie Druckluft als Spülgas zur Reinigung Ihres i401 Lasers verwenden, müssen Sie Wasser- und Ölabscheider auf jedem Filter und/oder Absorptionstrockner zwischen dem Laser und Ihrer Druckluftquelle leeren. Die Reinheit der Druckluft muss den Spülgasspezifikationen in Tabelle 1-4 im Kapitel „Erste Schritte“ entsprechen.

Wartung/ Fehlerbehebung

Wartung

3 Überprüfen Sie die Strahlführungskomponenten auf Anzeichen von Staub oder Verschmutzungen und reinigen Sie diese falls erforderlich. Folgen Sie den Anweisungen des Herstellers beim Reinigen der optischen Oberflächen der Strahlführungskomponenten mit Sorgfalt.

4 Kontrollieren Sie das Außengehäuse des Lasers visuell, um sicherzustellen, dass alle Warnhinweise angebracht sind. Weitere Informationen zu den Typenschildern und Positionen am i401 finden Sie im Kapitel zur Lasersicherheit.

Lagerung/Versand

Denken Sie daran das Kühlwasser aus dem Laser abzulassen, wenn Sie diesen für eine Aufbewahrung oder einen Transport vorbereiten. Unter kalten Klimabedingungen kann das Wasser im Kühlsystem gefrieren, was zu einer Beschädigung der internen Komponenten führen kann. Nachdem das Kühlwasser vollständig abgelassen wurde, müssen Sie das Restwasser mit Werkstattdruckluft und einem maximalen Druck von 200 kPa (29 PSI) entfernen. Schutzbrille nicht vergessen! Anschließend müssen alle Anschlüsse mit Stopfen verschlossen werden, um ein Eindringen von Verschmutzungen in das Kühlsystem zu vermeiden.

Für den Versand des SYNRAD-Lasers an einen anderen Standort empfehlen wir Ihnen eindringlich die Nutzung des SYNRAD-Versandbehälters zum Versand des Systems. Sollten Sie die Originalverpackung und Einsätze nicht mehr zur Hand haben, kontaktieren Sie den SYNRAD-Kundenservice hinsichtlich des Erwerbs einer Ersatzverpackung. Siehe *Verpackungsanweisungen* im Kapitel „Technische Referenzen" für weitere Informationen zur ordnungsgemäßen Verpackung des Lasers zum Versand.

Wichtiger Hinweis: Durch eine nicht ordnungsgemäße Verpackung des Lasers mit von SYNRAD bereitgestellten Versandkartons und Schaum-/Pappeinlagen (siehe *Verpackungsanweisungen*) kann der Garantieanspruch erlöschen. Durch unsachgemäße Verpackung entstandene Schäden können zu zusätzlichen, vom Kunden tragbaren, Reparaturkosten führen.

Reinigung der optischen Komponenten

Verschmutzungen oder Verunreinigungen auf externen Laserführungskomponenten können die Laserbearbeitung beeinträchtigen und zur Beschädigung oder Ausfall der Optik und/oder des Lasers führen. Verfolgen Sie die nachstehenden Schritte zur Inspektion und Reinigung der optischen Komponenten im Strahlengang genau. Lesen Sie sich den gesamten Abschnitt gründlich durch, bevor Sie mit der Reinigung beginnen, um sicherzustellen, dass alle Reinigungsmaterialien vorhanden sind und Sie jeden einzelnen Schritt verstanden haben.

Vorsicht
Sachschäden

Selbst kleinste Verschmutzungen auf optischen Elementen im Strahlengang können genug Energie absorbieren, um die Optik zu beschädigen. Überprüfen Sie die optischen Elemente der Strahlführung regelmäßig auf Anzeichen von Verschmutzungen und reinigen Sie diese bei Bedarf vorsichtig. In schmutzigen Umgebungen muss die Laseroptik mit gefilterter Luft oder Stickstoff gespült werden, um das Ansammeln von Dampf und Verschmutzungen auf den optischen Oberflächen zu vermeiden.

Wichtig – Firestar i401 Laser verfügen über mehrere Optiken für die Strahlformung zwischen der Laseraustrittsöffnung und der Frontscheibe. Um eine Beschädigung der optischen Oberflächen durch Staub und Verschmutzungen zu vermeiden, muss der *Gas-Purge*-Anschluss des Lasers stets an Stickstoff oder gefilterte Luft angeschlossen sein.

Wartung/ Fehlerbehebung

Wartung

 Schwere Verletzungsgefahr	Stellen Sie sicher, dass die DC-Stromversorgung des Lasers ausgeschaltet und gesichert wurde, bevor Sie optische Komponenten im Strahlengang überprüfen. ***Unsichtbare*** CO_2-Laserstrahlung wird durch die Laseraustrittsöffnung emittiert. Strahlenexposition kann zu Beschädigungen der Hornhaut oder Blindheit führen.

Wichtiger Hinweis: Seien Sie vorsichtig im Umgang mit Infrarot-Optiken; sie sind viel zerbrechlicher als herkömmliche Gläser. Optische Oberflächen und Beschichtungen können leicht durch groben Umgang und unsachgemäße Reinigungsverfahren beschädigt werden.

Reinigungshinweise

- Tragen Sie Latexhandschuhe oder Fingerlinge (puderfrei), um eine Verunreinigung der optischen Oberflächen durch Schmutz oder Hautfett zu vermeiden.
- Berühren Sie die Optiken niemals mit Werkzeugen. Berühren Sie die Optiken ausschließlich mit Handschuhen oder Fingerlingen.
- Berühren Sie die Optiken ausschließlich am äußeren Rand. Berühren Sie niemals die beschichtete Oberfläche.
- Legen Sie die Optiken zum Schutz immer auf einem Linsentuch ab. Legen Sie die Optiken niemals auf harten oder rauen Oberflächen ab.
- Es ist unter Umständen notwendig anstelle eines Linsentuchs einen Wattebausch oder einen Wattetupfer zu verwenden, um eine gleichmäßige Reinigung der gesamten Oberfläche der installierten Optiken mit kleinem Durchmesser zu erreichen.
- Lesen Sie vor Gebrauch von Reinigungsmitteln die Materialsicherheitsdatenblätter (MSDS) und beachten Sie alle erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen.

Erforderliche Reinigungsmaterialien

Tabelle 4-1 enthält die Art und Qualität der zur ordnungsgemäßen Reinigung der optischen Oberflächen benötigten Reinigungsmaterialien.

Tabelle 4-1 Erforderliche Reinigungsmaterialien

Reinigungsmaterialien	Anforderungen
Latexhandschuhe oder Fingerlinge	Puderfrei
Blasebalg	Sauberer Blasebalg
Ethyl- oder Isopropylalkohol	Spektroskopisch oder analysenrein
Aceton	Spektroskopisch oder analysenrein
Linsentuch (bevorzugt)	Industriequalität (Reinraum)
Wattebausch oder -tupfer	Hochwertige Wundwatte/Hochwertige Papier-basierte Tupfer

Wartung/ Fehlerbehebung

Wartung

Reinigung der Optiken

1 Unterbrechen und sperren Sie die Stromversorgung des Lasers. Kontrollieren Sie, dass der Laser tatsächlich ABGESCHALTET ist (OFF; Energiestatus Null) bevor Sie die visuelle Kontrolle fortsetzen!

2 Überprüfen Sie alle optischen Oberflächen im Strahlengang visuell auf Verschmutzungen.

Vorsicht Mögliche Linsenschäden	Der Stutzen des Luftbalgs darf die optische Oberfläche nicht berühren. Jeglicher Kontakt kann durch Verkratzen der Beschichtung der optischen Oberfläche die Optik beschädigen. Verwenden Sie keine Werkstatt-Druckluft, um Verschmutzungen von der Optik zu blasen. Druckluft enthält erhebliche Wasser- und Ölmengen, die absorbierende Schichten auf der optischen Oberfläche bilden. Üben Sie während der Reinigung keinen Druck auf die Oberfläche der Optik aus. Optische Oberflächen und Beschichtungen können leicht durch abgelöste Verschmutzungen verkratzt werden. Verwenden Sie bei jedem Durchgang ein neues Linsenreinigungstuch, da sämtliche vom Tuch aufgesammelten Verunreinigungen die optische Oberfläche verkratzen können.

3 Entfernen Sie lose Verschmutzungen von der Optik, indem Sie den sauberen Blasebalg in einem Winkel zur Optik halten und einen Luftstrom im Glanzwinkel über die Linsenoberfläche blasen. Ggf. nochmals wiederholen.

4 Befeuchten Sie ein Linsentuch mit dem entsprechenden Reinigungsmittel. Alkohol (am schonendsten) eignet sich am besten für die Erstreinigung der Oberfläche. Aceton (mäßig aggressiv) eignet sich am besten für fettige Rückstände oder minimal eingebrannte Dämpfe und Verunreinigungen.

Wichtiger Hinweis: Wird Aceton als Reinigungsmittel verwendet, muss ein zweiter Reinigungsdurchgang der optischen Oberfläche mit Alkohol erfolgen.

5 Wischen Sie mit dem feuchten Linsentuch in einer Handbewegung sanft und ohne Druck über die optische Oberfläche. Es darf, insbesondere bei der Nutzung eines Wattetupfers, **nicht gerieben oder Druck ausgeübt werden**. Ziehen Sie das Tuch über die Oberfläche ohne jeglichen Druck auszuüben.

Hinweis: Verwenden Sie für jeden Durchgang ein neues, sauberes Linsentuch. Das Tuch erfasst und befördert Oberflächenverschmutzungen, die die optischen Oberflächen oder Beschichtungen verkratzen können.

Zur Vermeidung von Streifenbildung bei der Reinigung mit Alkohol muss das Linsentuch langsam über die Oberfläche gezogen werden, so dass die Reinigungsflüssigkeit umgehend verdampft.

6 Prüfen Sie die Optik sorgfältig in guten Lichtverhältnissen. Bestimmte Verunreinigungen oder Schäden, wie Kratzerbildung können nicht entfernt werden. In diesen Fällen muss die Optik ausgetauscht werden, um katastrophales Versagen zu verhindern.

7 Wiederholen Sie gegebenenfalls die Schritte 4 bis 6, um alle Spuren von Verunreinigungen und Rückständen zu entfernen.

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Der Abschnitt *Fehlerbehebung* umfasst folgende Unterabschnitte:

- Ablaufdiagramm
- Blockschaltbild der Funktionseinheiten
- Status-LEDs
- Laser - Fehlermeldungen
- Webseite - Fehlermeldungen
- Zurücksetzen von Störungen
- Allgemeine Fehlerzustände des Lasers
- Webschnittstelle
- Optische Komponenten zur Strahlführung

Der Abschnitt *Fehlerbehebung* befasst sich ausschließlich mit Problemen auf Modulebene. In diesem Abschnitt befassen wir uns nicht mit Störungen der Platinen oder Laserröhre, da sie nicht vom Anwender behoben werden können. Unterlassen Sie jegliche Reparaturversuche. Kontaktieren Sie SYNRAD oder einen autorisierten SYNRAD-Vertriebshändler für weitere Reparaturinformationen.

Für die Behebung von Störungen des Firestar i401 Lasers müssen Sie die Abfolge der Ereignisse verstehen, die erfolgen müssen, bevor ein Laser betriebsbereit ist. Bevor Sie mit der Wartung beginnen, müssen Sie sich die vollständige Anleitung zur Fehlerbehebung durchlesen und sich sowohl mit dem Ablaufdiagramm als auch dem Blockschaltbild der Funktionseinheiten befassen.



Schwere Verletzungs-gefahr

Dieses Laserprodukt der Klasse 4 emittiert ***unsichtbare*** Infrarot-Laserstrahlung im CO_2-Wellenlängenbereich um 10,6 µm. Tragen Sie in der Umgebung des Lasers stets eine Schutzbrille oder einen Augenschutz, da direkte oder gestreute Laserstrahlung schwere Hornhautverletzungen verursachen kann. Vermeiden Sie den Kontakt von Personen mit dem Laserstrahl. Das Produkt emittiert einen unsichtbaren Laserstrahl, der schwere Verbrennungen des menschlichen Gewebes verursachen kann.

Achten Sie stets auf den Strahlengang und verwenden Sie zum Testen eine Strahlblockade.

Vorsicht

Sachschäden

Jeder Versuch einen SYNRAD-Firestar-Laser ohne die ausdrückliche Genehmigung von SYNRAD, Inc. zu reparieren, führt zum Erlöschen des Garantieanspruchs. Bitte kontaktieren Sie den Kundenservice von SYNRAD, wenn Sie Hilfe bei der Fehlerbehebung oder Wartung benötigen.

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Ablaufdiagramm

Das Ablaufdiagramm in Abbildung 4-1 veranschaulicht den Ablauf des Betriebsstarts des Firestar-Lasers.

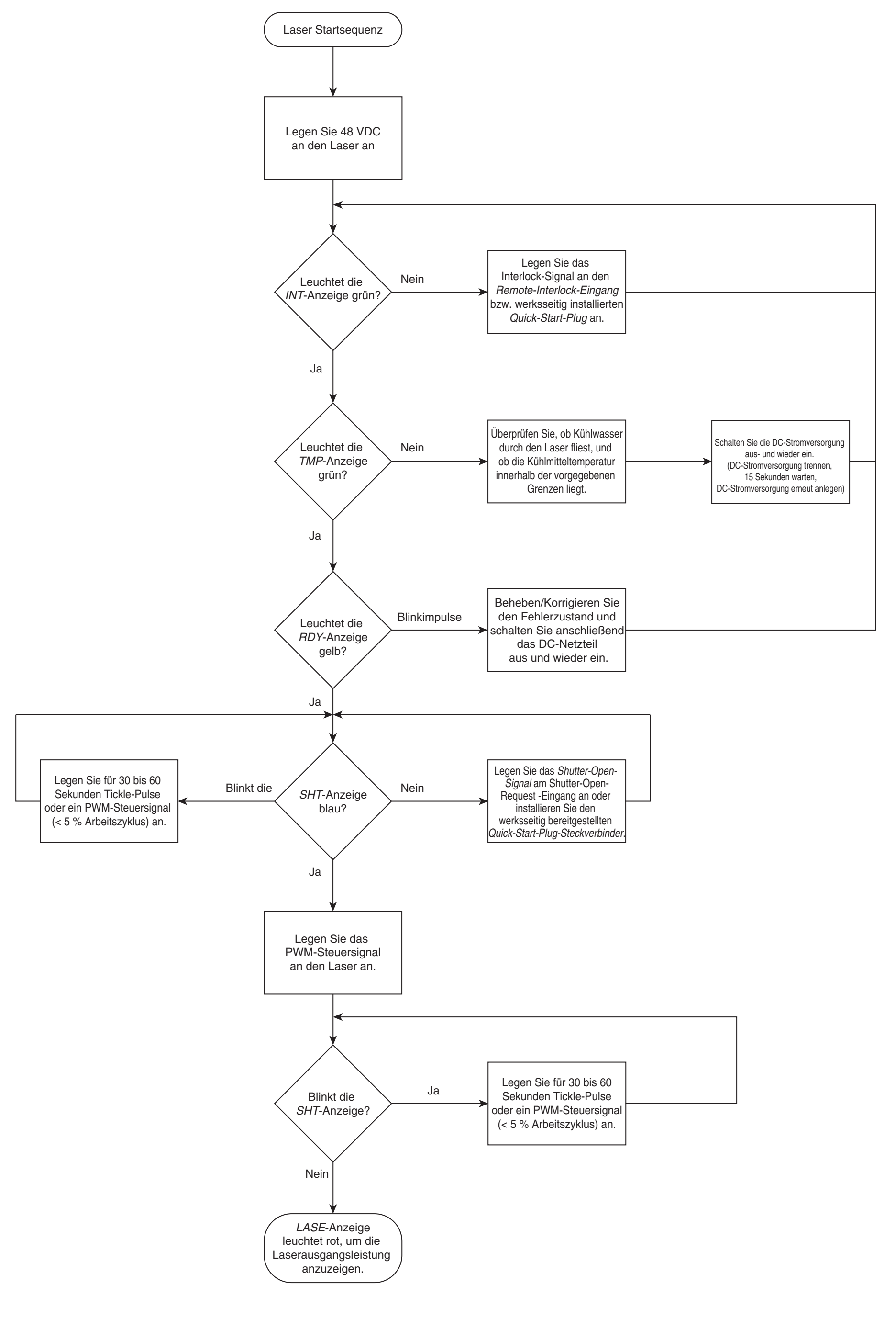


Abbildung 4-1 Firestar i401 Ablaufdiagramm

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Blockschaltbild der Funktionseinheiten

Abbildung 4-2 ist ein Blockschaltbild der Funktionseinheiten und veranschaulicht die Steuerungsarchitektur des i401.

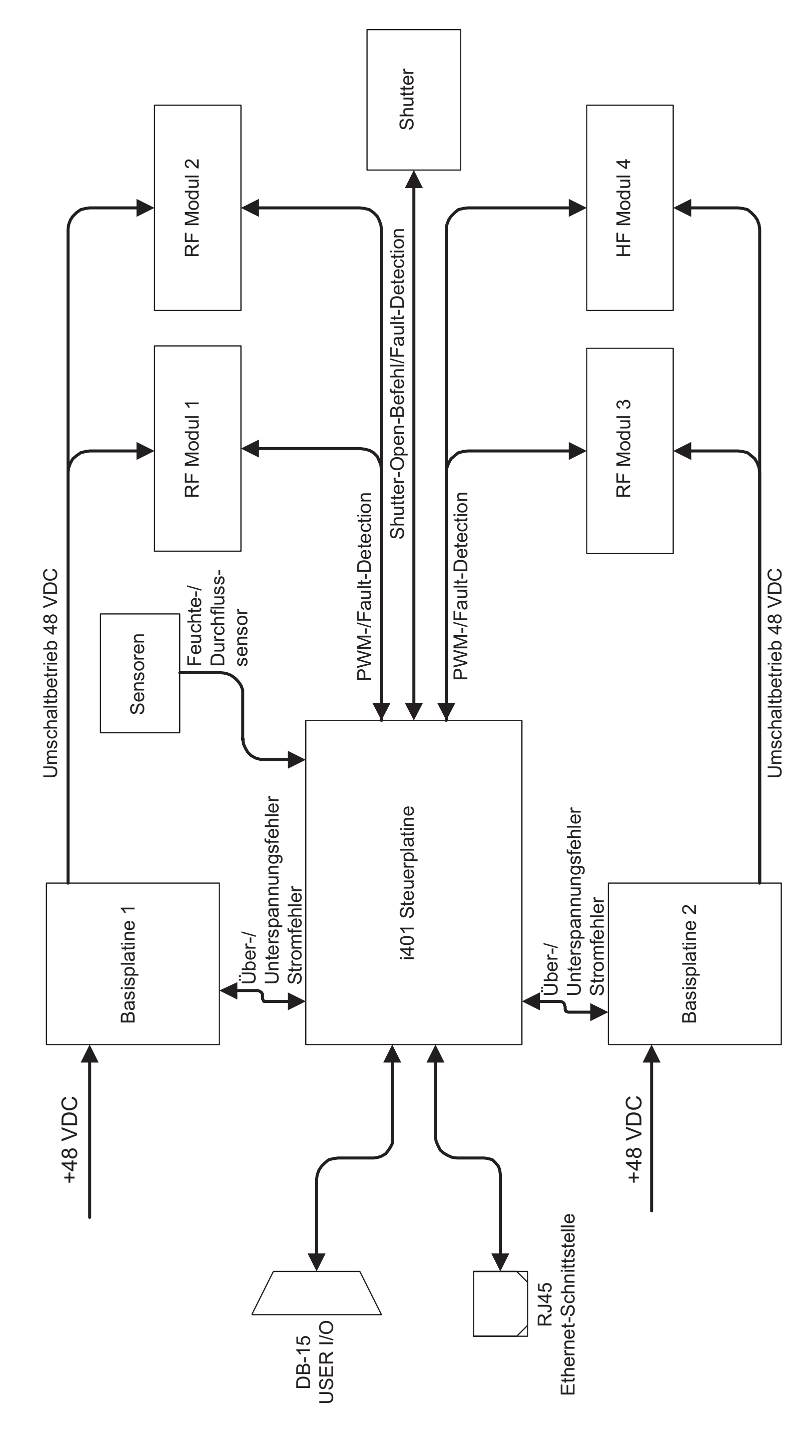


Abbildung 4-2 Firestar i401 Blockschaltbild der Funktionseinheiten

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Status-LEDs

Firestar i401-LED-Anzeigen, die ebenfalls als Ausgangssignale auf dem *User I/O*-Anschluss widergespiegelt werden, bieten Statusinformationen für den Nutzer. Tabelle 4-2 enthält die jeweiligen Firestar-Ausgangssignale und LED-Anzeigen unter normalen und Störbedingungen. *User I/O*-Ausgänge sind geschlossen, wenn der durch die Signalbezeichnung angegebene Zustand aktiv (logisch wahr ist).

Tabelle 4-2 Statussignale

LED	LED-Status		Ausgangssignalname	User I/O-Ausgangsstatus	
	Normal	Fehler		Normal	Fehler
INT	Grün	– –	Interlock-Open	Offen	– –
	– –	Rot	Interlock-Open	– –	Geschlossen
TMP	Grün	– –	Fault-Detected	Offen	– –
	– –	Rot	Fault-Detected	– –	Geschlossen
RDY	Gelb	– –	Laser-Ready	Geschlossen	– –
	– –	Aus/Blinkt	Laser-Ready	– –	Offen
SHT	Blau	– –	Shutter-Open	Geschlossen	– –
	– –	Aus	Shutter-Open	– –	Offen
	– –	Blinkt	Fault-Detected	– –	Geschlossen
LASE	Rot	– –	Laser-Active	Geschlossen	– –
	– –	Aus	Laser-Active	– –	Offen

Beim Einschalten des i401 Lasers mittels DC-Stromversorgung leuchtet die *RDY*-Lampe gelb, während die *INT*- und *TMP*-Anzeigen grün leuchten. Nach dem Aufleuchten der *RDY*-Anzeige wird ein interner Reiz (Tickle) ausgelöst und die fünfsekündige Verzögerung vor Aktivierung des Lasers beginnt. Wird ein Shutter-Open-Request-Signal angelegt, öffnet sich der interne Shutter, die *SHT*-LED leuchtet blau und durch Auslösen eines PWM-Steuersignals leuchtet die *LASE*-Anzeige rot, wenn mit dem Lasern begonnen wird.

Aus Sicherheitsgründen ist die Shutter funktion des i401 Lasers abhängig von der Remote-Interlock-Eingabe, die über den Status der *INT*- und *RDY*-Anzeigen wiedergegeben wird. Trotz Shutter-Open-Request-Signal leuchtet die *SHT*-LED nicht auf, wenn die *INT*-LED rot leuchtet (*RDY*-LED ist aus). Somit wird den HF-Platinen erst Strom zugeführt, wenn die *INT*-Anzeige grün leuchtet (und die *RDY*-LED gelb leuchtet).

Tabelle 4-3 (auf der nachfolgenden Seite) veranschaulicht die Abhängigkeiten verschiedener Betriebsparameter, basierend auf dem Status des Remote-Interlock-Eingangs. Die in Fettdruck angegebenen Zustände sind für die Aktivierung des Lasers erforderlich.

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Tabelle 4-3 Auswirkungen des Remote-Interlock-Eingangs auf die Betriebsparameter

Parameter	**Remote-Interlock-Eingang Inaktiv (Kein V+)**		**Remote-Interlock-Eingang Aktiv (V+ angelegt)**	
INT-LED	Rot		**Grün**	
Interlock-Open-Ausgang	Geschlossen		**Offen**	
RDY-LED (wenn *TMP*-LED grün leuchtet)	Aus	Aus	**Gelb**	**Gelb**
Laser-Ready-Ausgang (wenn FD-Ausgang offen ist)	Offen	Offen	**Geschlossen**	**Geschlossen**
Shutter-Open-Request-Eingang	Deaktiviert	**Aktiviert**	Deaktiviert	**Aktiviert**
SHT-LED	Aus	Aus	Aus	**Blau**
Shutter-Open-Ausgang	Offen	Offen	Offen	**Geschlossen**
Physische Shutter-Position	Geschlossen	Geschlossen	Geschlossen	**Offen**
HF-Platinen - Gleichstromversorgung	Aus	Aus	Ein	**Ein**
HF-Platinen - Signaleingang	Kein	Kein	Tickle	**Tickle/PWM**

Die Tabellen 4-4 bis 4-9 zeigen, inwiefern sich der Status der Firestar i401 LED und Ausgangssignale mit verschiedenen Betriebs- und Fehlerzuständen verändert. Fehlerzustände werden in Fettdruck dargestellt.

Tabelle 4-4 Normale Betriebszustände

LED-Anzeige	**LED-Status**	**Signalname**	**User I/O-Signalstatus**
INT	Grün	Interlock-Open	Offen
TMP	Grün	Fault-Detected	Offen
RDY	Gelb	Laser-Ready	Geschlossen
SHT	Blau	Shutter-Open	Geschlossen
LASE (Tickle-Puls aktiv)	Aus	Laser-Active	Offen
LASE (wenn PWM angelegt)		Rot	Laser-Active
Geschlossen			

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Tabelle 4-5 Quick-Start-Plug oder Interlock-/Shutter-Eingänge sind nicht angeschlossen

LED-Anzeige	LED-Status	Signalname	User I/O-Signalstatus
INT **Rot**	Interlock-Open	**Geschlossen**	
TMP	Grün	Fault-Detected	Offen
RDY	**Aus**	Laser-Ready	**Offen**
SHT	**Aus**	Shutter-Open	**Offen**
LASE (Tickle-Puls inaktiv)	Aus	Laser-Active	Offen
LASE (wenn PWM angelegt)	Aus	Laser-Active	Offen

Tabelle 4-6 Interlock-Open-Zustand

LED-Anzeige	LED-Status	Signalname	User I/O-Signalstatus
INT **Rot**	Interlock-Open	**Geschlossen**	
TMP	Grün	Fault-Detected	Offen
RDY	**Aus**	Laser-Ready	**Offen**
SHT	**Aus**	Shutter-Open	**Offen**
LASE (Tickle-Puls inaktiv)	Aus	Laser-Active	Offen
LASE (wenn PWM angelegt)	Aus	Laser-Active	Offen

Tabelle 4-7 Übertemperaturfehler

LED-Anzeige	LED-Status	Signalname	User I/O-Signalstatus
INT	Grün	Interlock-Open	Offen
TMP	**Rot**	Fault-Detected	**Geschlossen**
RDY	**Aus**	Laser-Ready	**Offen**
SHT	Aus	Shutter-Open	Offen
LASE (Tickle-Puls inaktiv)	Aus	Laser-Active	Offen
LASE (wenn PWM angelegt)	Aus	Laser-Active	Offen

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Tabelle 4-8 Shutter-Closed-Zustand

Signalname	LED-Anzeige	LED-Status	User I/O-Signalstatus
*INT*Grün	Interlock-Open	Offen	
TMP	Grün	Fault-Detected	Offen
RDY	Gelb	Laser-Ready	Geschlossen
SHT	**Off**	Shutter-Open	**Offen**
LASE (Tickle-Puls aktiv)	Aus	Laser-Active	Offen
LASE (wenn PWM angelegt)	Aus	Laser-Active	Offen

Tabelle 4-9 No-Strike-Zustand

Signalname	LED-Anzeige	LED-Status	User I/O-Signalstatus
INT	Grün	Interlock-Open	Offen
TMP	Grün	Fault-Detected	**Geschlossen**
RDY	Gelb	Laser-Ready	Geschlossen
SHT	**Blau (Blinkt)**	Shutter-Open	Geschlossen
LASE (Tickle-Puls aktiv)	Aus	Laser-Active	Offen
LASE (wenn PWM angelegt)	Rot	Laser-Active	Geschlossen

Laser - Fehlermeldungen

Firestar i401 Laser können fünf spezifische Fehlerzustände anzeigen. Beim Auftreten bestimmter Störungen, blinkt die *RDY*-LED im Fehlercode, pausiert vier Sekunden und wiederholt den Fehlercode. Dieser Ablauf läuft so lange, bis die Störung behoben wurde und der Laser durch DC-Stromversorgung zurückgesetzt wurde. Liegt ein No-Strike-Zustand vor, blinkt die *SHT*-LED fortwährend, bis das Gas in einen Plasmazustand zerlegt ist.

Tabelle 4-10 enthält die Fehlercodes, die dazugehörige Störung und beschreibt grundlegende Korrekturmaßnahmen. Siehe Abschnitt*Zurücksetzen von Störungen* für ausführlichere Informationen zu den Korrekturmaßnahmen.

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Tabelle 4-10 Laser-Fehlercodes

LED	Anzahl der Blinkimpulse	Störung	Korrekturmaßnahmen vor Ort
RDY	1 Blinkimpuls	Unterspannung[1]	48,0 VDC prüfen (unter Last am Laser gemessen)
RDY	2 Blinkimpulse	Überspannung[1]	48,0 VDC prüfen (unter Last am Laser gemessen)
RDY	3 Blinkimpulse	HF-Antriebsschalter[1]	SYNRAD-Kundenservice kontaktieren
RDY	4 Blinkimpulse	PWM-Ansteuerung[1]	SYNRAD-Kundenservice kontaktieren
RDY	5 Blinkimpulse	DC-Vorladung[1]	SYNRAD-Kundenservice kontaktieren
SHT	Dauerblinken	No-Strike-Zustand[2]	Tickle- oder PWM-Signal anlegen ($\leq$5 % Arbeitszyklus) für 30 bis 60 Sekunden

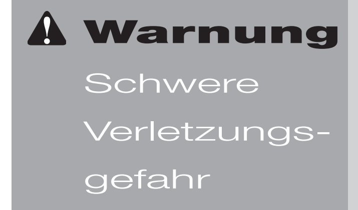
1 Der Laser-Ready-Ausgang öffnet sich (schaltet hochohmig), wenn eine Störung vorliegt.

2 Eine kontinuierlich blinkende *SHT*-LED weist auf einen No-Strike-Zustand hin und der Laser wird auf einen Arbeitszyklus von 5 % (bei 5 kHz) beschränkt. Wird der No-Strike-Zustand aufgehoben, erholt sich der Laser, ohne das ein Aus- und Wiedereinschalten erforderlich ist. Häufige Ursachen von Störungen des No-Strike-Zustands (Gaszerlegung) sind die Umgebungsbedingungen - wie kalte Temperaturen bei Nacht, wenn der Laser ausgeschaltet ist. In Situationen wie dieser kann es 30 bis 60 Sekunden dauern, bis die Gaszerlegung eintritt und mit dem täglichen Betrieb begonnen werden kann. Der Fault-Detected-Ausgang wird für mindestens 50 ms geschlossen bzw. bis der No-Strike-Zustand behoben wird.

Webseite - Fehlermeldungen

Die Firestar i401 Webschnittstelle zeigt Fehler- und Warnmeldungen in Echtzeit entweder im Bereich der Fehler- oder Warnmeldung auf der Homepage an. Hartnäckige Fehler, die ein Aus- und wieder Einschalten des DC-Netzteils erfordern, werden immer im Fehlermeldungsbereich angezeigt. Betriebsdaten werden nicht archiviert oder angezeigt, wenn die Webschnittstelle bei Fehlereintritt inaktiv ist. Die Ereignisprotokollseite zeigt die über die Lebensdauer des Lasers erfassten Fehlerinformationen an. Siehe Abschnitt *Firestar i401 Webschnittstelle* Kapitel „Technische Referenzen“ für weitere Informationen zum Zugriff auf die Webseite.

Zurücksetzen von Störungen



Die Remote-Interlock-Fehler der Firestar i401 OEM-Laser sind nicht gesperrt. Durch Beheben des Fehlerzustands wird die *RDY*-Anzeige reaktiviert und der Laser wird nach einer fünfsekündigen Verzögerung ausgelöst, vorausgesetzt die *SHT*-Anzeige leuchtet und ein PWM-Steuersignal wird angelegt. Da die Exposition von 10,6 µm CO_2-Laserstrahlung zu schweren Hornhautverletzungen und Verbrennungen des menschlichen Gewebes führen kann, muss der Erstausrüster oder Systemintegrator gewährleisten, dass die entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen getroffen wurden, um unbeabsichtigte Lasertätigkeiten zu verhindern.

Remote-Interlock-Zustand

Eine Fernverriegelung tritt ein, wenn sich der Remote-Interlock-Eingang öffnet (die *INT*-LED wechselt von grün auf rot und der Interlock-Open-Ausgang schließt sich). Der interne Verschlussmechanismus (Shutter) schließt sich (auch trotz aktivem Shutter-Open-Request) und die Lasertätigkeit wird umgehend angehalten.

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Die Fernverriegelung der i401 Laser wird nicht gesperrt. Stellen Sie den Remote-Interlock-Signaleingang (*INT*-LED wechselt von rot auf grün und der Interlock-Open-Ausgang öffnet sich) wieder her, um die *RDY*-Anzeige zu aktivieren und nach Ablauf der fünfsekündigen Verzögerung mit dem Lasern beginnen zu können.

Übertemperaturfehler

Übertemperaturfehler treten ein, wenn die Kühlmitteltemperatur- oder Durchflussgrenzen im Laser überschritten werden (*TMP*-LED wechselt von grün auf rot und der Fault-Detected-Ausgang schließt sich).

Um einen Übertemperaturfehler zurückzustellen, muss die Kühlmitteltemperatur niedriger als 28 °C eingestellt werden, um den Laser zu kühlen. Anschließend muss die Gleichstromversorgung des Lasers aus- und wieder eingeschaltet werden. Leuchtet die *TMP*-Anzeige grün (Fault-Detected-Ausgang öffnet sich) und die *RDY*-Lampe leuchtet, kann nach Ablauf der fünfsekündigen Verzögerung mit dem Lasern begonnen werden.

Hinweis: Aufgrund der Verriegelungsschaltung bei Übertemperatur leuchtet die *TMP*-Anzeige vor dem Aus- und wieder Einschalten weiterhin rot (und der Fault-Detected-Ausgang bleibt geschlossen), auch nachdem der Laser ausreichend abgekühlt wurde, um mit dem Lasern zu beginnen. Leuchtet die *TMP*-Anzeige auch nach dem Aus- und wieder Einschalten weiterhin rot, ist der Laser noch nicht ausreichend genug abgekühlt bzw. ist der Durchfluss zu gering. Kühlen Sie den Laser noch einige Minuten lang weiter ab und/oder überprüfen Sie den Durchfluss und schalten Sie den Laser erneut aus und wieder ein.

Unterspannungsfehler

Ein Fehler durch Unterspannung liegt vor, wenn die DC-Eingangsspannung unter den voreingestellten Wert von 46,5 VDC fällt. Dieser Fehler wird von der *RDY*-LED mit 1 Blinkimpuls angezeigt. Um einen durch eine Unterspannung ausgelösten Fehler zurückzusetzen, muss zuerst das Spannungsproblem behoben und anschließend gewährleistet werden, dass unter Volllastbedingungen 48 VDC an den DC-Leistungsanschlüssen gemessen werden. Schalten Sie die DC-Stromversorgung nun aus und wieder ein. Leuchtet die *RDY*-LED auf, ist der Laser nach einer fünfsekündigen Verzögerung einsatzbereit.

Überspannungsfehler

Ein Fehler durch Überspannung liegt vor, wenn die DC-Eingangsspannung über den voreingestellten Wert von 49,5 VDC steigt. Dieser Fehler wird von der *RDY*-LED mit 2 Blinkimpulsen angezeigt. Um einen durch eine Überspannung ausgelösten Fehler zurückzusetzen, muss zuerst das Spannungsproblem behoben und anschließen gewährleistet werden, dass unter Volllastbedingungen 48 VDC an den DC-Leistungsanschlüssen gemessen werden. Schalten Sie die DC-Stromversorgung nun aus und wieder ein. Leuchtet die *RDY*-LED auf, ist der Laser nach einer fünfsekündigen Verzögerung einsatzbereit.

Fehler des RF-Antriebsschalters

Ein Fehler des RF-Antriebsschalters liegt beim Einschalten vor, wenn keine Gaszerlegung im Laserrohr erfolgt oder eine Störung des 48-Volt-Schaltkreises des HF-Treibers vorliegt. Dieser Fehler wird von der *RDY*-LED mit 3 Blinkimpulsen angezeigt. Liegt eine Störung des RF-Antriebsschalters vor, kontaktieren Sie den Kundenservice von SYNRAD oder einen autorisierten SYNRAD-Vertriebshändler.

PWM-Treiberfehler

Ein Fehler des PWM-Treibers weist auf ein Problem im laserinternen HF-Schaltkreis hin und wird von der *RDY*-LED mit 4 Blinkimpulsen angezeigt. Liegt eine Störung des PWM-Treibers vor, kontaktieren Sie den Kundenservice von SYNRAD oder einen autorisierten SYNRAD-Vertriebshändler für eine Reparatur des Lasers.

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

DC-Vorladungsfehler

Ein Fehler der DC-Vorladung weist darauf hin, dass 48 VDC am Eingang eines oder mehrerer HF-Module nicht verfügbar ist und wird von der *RDY*-LED mit 4 Blinkimpulsen angezeigt. Liegt eine Störung der DC-Vorladung vor, kontaktieren Sie den Kundenservice von SYNRAD oder einen autorisierten SYNRAD-Vertriebshändler für eine Reparatur des Lasers.

No-Strike-Zustand

Liegt ein No-Strike-Zustand vor, ist der Laserbetrieb auf einen Arbeitszyklus von 5 % (bei einer PWM-Befehlsfrequenz von 5 kHz) beschränkt. Der Fehler wird durch Dauerblinken der *SHT*-Anzeige und eine Fehlermeldung auf der i401 Webseite angezeigt. Legen Sie zum Zurücksetzen eines No-Strike-Zustands für 30 bis 60 Sekunden Tickle-Pulse oder ein PWM-Steuersignal ($\leq$ 5 % Arbeitszyklus) an. Wenn das Gas in einen Plasmazustand zerlegt wurde, erholt sich der Laser und beginnt mit der Lasertätigkeit bei befohlenem Leistungspegel, ohne die DC-Stromversorgung aus- und wieder einzuschalten. Bleibt der No-Strike-Zustand weiterhin bestehen, kontaktieren Sie SYNRAD oder einen autorisierten SYNRAD-Vertriebshändler.

Häufige Ursachen von Störungen des No-Strike-Zustands (Gaszerlegung) sind die Umgebungsbedingungen - wie kalte Temperaturen bei Nacht, wenn der Laser ausgeschaltet ist. In Situationen wie dieser kann es 30 bis 60 Sekunden dauern, bis die Gaszerlegung eintritt und mit dem täglichen Laserbetrieb begonnen werden kann.

Allgemeine Fehlerzustände des Lasers

Jedes nachstehend aufgeführte Symptom beschreibt einen bestimmten Fehlerzustand. Für jedes Symptom werden spezifische Ursachen und Lösungen im Abschnitt „Mögliche Ursachen“ beschrieben.



Die Remote-Interlock-Störungen der Firestar i401 OEM-Laser sind nicht gesperrt. Durch Beheben des Fehlerzustands wird die *RDY*-Anzeige reaktiviert und der Laser wird nach einer fünfsekündigen Verzögerung ausgelöst, vorausgesetzt die *SHT*-Anzeige leuchtet und ein PWM-Steuersignal wird angelegt. Da die Exposition von 10,6 µm CO_2-Laserstrahlung zu schweren Hornhautverletzungen und Verbrennungen des menschlichen Gewebes führen kann, muss der Erstausrüster oder Systemintegrator gewährleisten, dass die entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen getroffen wurden, um unbeabsichtigte Lasertätigkeiten zu verhindern.

Symptom:

- Ein Remote-Interlock-Zustand wird durch folgende Status-LEDs und I/O-Status angezeigt:

INT-LED	– **Rot**	Interlock-Open	– **Geschlossen**
TMP-LED	– Grün	Fault-Detected	– Offen
RDY-LED	– **Aus**	Laser-Ready	– **Offen**
SHT-LED	– **Aus**	Shutter-Open	– **Offen**
LASE-LED	– Aus	Laser-Active	– Offen

Mögliche Ursachen

- Pin 3 (Remote-Interlock) am *User I/O*-Anschluss wird keine Spannung zugeführt.

Bei Systemen mit Remote-Interlock-Funktion muss geprüft werden, ob eine positive oder negative Spannung im Bereich von ±5-24 VDC an Pin 3, Remote-Interlock, angelegt wird, in Bezug auf Pin 11, Input-Common, am *User I/O*-Anschluss (siehe *User I/O-Anschlüsse* im Kapitel „Technische Referenzen“ für weitere Informationen).

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Für Systeme ohne Verriegelungsfunktion muss ein DB-15-Stecker an den *User I/O*-Anschluss angeschlossen werden, so dass Pin 11 (Input-Common) an Pin 12 (Auxiliary DC Power Ground) und Pin 3 (Remote-Interlock) an Pin 4 (+5 VDC Auxiliary Power) gebrückt ist.

Symptom:

- Eine Störung durch Übertemperatur wird durch folgende Status-LEDs und I/O-Status angezeigt.

INT-LED	– Grün	Interlock-Open	– Offen
TMP-LED	**– Rot**	Fault-Detected	**– Geschlossen**
RDY-LED	**– Aus**	Laser-Ready	**– Offen**
SHT-LED	– Aus	Shutter-Open	– Offen
LASE-LED	– Aus	Laser-Active	– Offen

Mögliche Ursachen

- Kühlmitteltemperatur liegt über 28 °C (82 °F) bzw. der Kühlmitteldurchfluss im Laser ist unzureichend.

Überprüfen Sie, ob Ihre Kühleinheit eine Wassertemperatur zwischen 18 °C - 28 °C (64 °F - 82 °F) bei einer Durchflussleistung von 15,1 lpm (4,0 GPM) hält.

Ist die Wassertemperatur in Ordnung, muss die Durchflussleistung überprüft werden. Die einfachste Methode hierzu ist, falls kein Durchflussmesser vorhanden ist, den Kühlschlauch vom Einlass (oder Ablass) der Kühleinheit zu trennen und das Kühlwasser für 30 Sekunden in einen Eimer mit einem Fassungsvermögen von fünf Gallonen (etwa 19 l) laufen zu lassen. Das Ergebnis sollte eine Füllmenge von fast 2 Gallonen (etwa 7,5 l) ergeben. Befinden sich viel weniger als zwei Gallonen (etwa 7,5 l) Kühlmittel im Eimer, muss der Kühlweg auf geknickte oder abgequetschte Schläuche sowie eventuelle verstopfte oder verschmutzte Filter in der Kühleinheit überprüft werden.

Bei i401 Lasern ist der Übertemperaturfehler (*TMP*-Anzeige leuchtet rot) gesperrt. Das bedeutet, dass die *TMP*-Anzeige im Fall einer Übertemperatur rot leuchtet, sich der Fault-Detected-Ausgang schließt, die *RDY*-Anzeige erlischt und die Lasertätigkeit deaktiviert ist. Aufgrund dieser Sperre leuchtet die *TMP*-Anzeige auch nach ausreichender Abkühlung des Lasers und somit dessen Betriebsfähigkeit weiterhin rot. Um einen Übertemperaturfehler zurückzustellen, muss die Kühlmitteltemperatur unter 28 °C fallen und anschließend muss die Gleichstromversorgung des Lasers aus- und wieder eingeschaltet werden (DC-Netzteil trennen, 30 Sekunden warten, DC-Netzteil wieder anschließen). Leuchtet die *RDY*-Anzeige auf, ist der Laser nach einer fünfsekündigen Verzögerung einsatzbereit. Lassen Sie noch einige Minuten Kühlwasser durch den Laser laufen, wenn die *TMP*-Anzeige auch nach dem Ein- und Ausschalten weiterhin rot leuchtet und/oder überprüfen Sie den Durchfluss und schalten Sie das DC-Netzteil erneut aus und wieder ein.

Symptom:

- Die *SHT*-LED blinkt aufgrund eines No-Strike-Zustandes kontinuierlich und wird durch folgende Status-LEDs und I/O-Status angezeigt:

INT-LED	– Grün	Interlock-Open	– Offen
TMP-LED	– Grün	Fault-Detected	**– Geschlossen**
RDY-LED	– Gelb	Laser-Ready	– Geschlossen
SHT-LED	**– Blau (Blinkimpulse)**	Shutter-Open	– Geschlossen
LASE-LED	– Aus oder Rot	Laser-Active	– Offen oder Geschlossen

Mögliche Ursachen

- Es liegt ein No-Strike-Zustand vor, möglicherweise aufgrund der kalten Umgebungsbedingungen, die das Zerlegen von Gas in einen Plasmazustand verhindern. Tritt dies während des Anlegens eines PWM-Signals ein, wird die Laserausgangsleistung auf einen PWM-Arbeitszyklus von circa 5% beschränkt.

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Legen Sie für 30 bis 60 Sekunden Tickle-Pulse oder ein PWM-Steuersignal (≤ 5 % Arbeitszyklus) an. Wenn das Gas in einen Plasmazustand zerlegt wird, erholt sich der Laser und beginnt mit der Lasertätigkeit bei befohlenem Arbeitszyklus ohne die DC-Stromversorgung aus- und wieder einzuschalten.

Symptom:

- Ein Shutter-Closed-Zustand wird durch folgende Status-LEDs und I/O-Status angezeigt:

INT-LED	– Grün	Interlock-Open	– Offen
TMP-LED	– Grün	Fault-Detected	– Offen
RDY-LED	– Gelb	Laser-Ready	– Geschlossen
SHT-LED	– **Aus**	Shutter-Open	– **Offen**
LASE-LED	– Aus	Laser-Active	– Offen

Mögliche Ursachen

- Kein Shutter-Open-Request-Signal an Pin 10 des *User I/O*-Anschluss.

Überprüfen Sie, ob eine positive oder negative Spannung im Bereich von ±5-24 VDC an Pin 10, Shutter-Open-Request, angelegt wird, in Bezug auf Pin 11, Input-Common, am *User I/O*-Anschluss (siehe *User I/O*-Anschlüsse im Kapitel „Technische Referenzen" für weitere Informationen). Für Systeme ohne Shutter-Open-Request-Signal muss ein DB-15-Stecker an den *User I/O*-Anschluss angeschlossen werden, so dass Pin 11 (Input-Common) an Pin 12 (Auxiliary DC Power Ground) und Pin 10 (Shutter-Open-Request) an Pin 4 (+5 VDC Auxiliary Power) gebrückt ist.

Wird dem Laser ein Shutter-Open-Request-Signal zugeführt, dauert es circa 30 ms bis der elektromechanische Verschluss vollständig geöffnet ist. Obwohl Tickle-Signale während dieses Intervalls an der HF-Schaltung angelegt werden, sind PWM-Steuersignale gesperrt, bis der Shutter vollständig geöffnet ist. Wird das Shutter-Open-Request-Signal von Pin 10 getrennt, werden PWM-Steuersignale ebenfalls umgehend gesperrt. Es dauert jedoch circa 120 ms, bis der Shutter vollständig geschlossen ist.

Symptom:

- Ihr OEM i401 Laser hat die Lasertätigkeit eingestellt oder unterbrochen und erneut gestartet. Die *LASE*-LED kann entweder aus- oder eingeschaltet sein, je nachdem, ob PWM-Steuersignale angelegt werden; es wird jedoch kein Fehler angezeigt.

INT-LED	– Grün	Interlock-Open	– Offen
TMP-LED	– Grün	Fault-Detected	– Offen
RDY-LED	– Gelb	Laser-Ready	– Geschlossen
SHT-LED	– Blau	Shutter-Open	– Geschlossen
LASE-LED	– Aus oder An	Laser-Active	– Offen oder Geschlossen

Mögliche Ursachen

- Der Remote-Interlock-Schaltkreis ist kurzzeitig offen.

Remote-Interlock-Fehler werden bei OEM-Lasern nicht gesperrt. Das bedeutet, dass bei Auftreten eines Interlock-Open-Fehlers, die *INT*-Anzeige rot leuchtet, sich der Interlock-Open-Ausgang schließt, der interne Shutter sich automatisch schließt, um den Strahlengang zu blockieren, die *RDY*-LED erlischt, die *SHT*-LED erlischt (ungeachtet des Zustands des Shutter-Open-Request-Eingangs), und sämtliche Gleichstromversorgung von den HF-Platinen getrennt wird. Schließt die Verriegelungsschaltung jedoch erneut, wechselt die *INT*-Anzeige von rot zu grün, der Interlock-Open-Ausgang öffnet sich, die *RDY*-Anzeige leuchtet, die *SHT*-LED leuchtet, der interne Shutter öffnet sich und nach einer Verzögerung von fünf Sekunden ist der Laser einsatzbereit.

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

- Elektrische Störungen am Remote-Reset/Start-Request-Eingang deaktivieren den Laser vorübergehend.

Wird der Laser in einer industriellen Umgebung eingesetzt und es kommt vor, dass der Laser trotz Signalgabe kurzzeitig aussetzt, können störungsbedingte, den Remote-Reset/Start-Request-Eingang beeinflussende Spannungstransienten die Ursache sein. Die Dauer eines typischen störungsbedingten Spannungssprungs kann lang genug sein, um den Eingangsschaltkreis zum Deaktivieren des Lasers zu bewegen, jedoch auch kurz genug sein, dass es scheint als ob die *RDY*-LED (und der Laser-Ready-Ausgang) kontinuierlich leuchten. Liegen diese vorübergehenden Störungen vor, wird die Lasertätigkeit deaktiviert, bis die fünf Sekunden der Verzögerung abgelaufen sind.
Elektrische Störungen können die Lasertätigkeit unabsichtlich sperren, aufgrund eines (1) unzureichend geschirmten oder geerdeten I/O-Kabels oder (2) übermäßigen elektrischen Störungen im Umfeld des Lasers; z. B. von einem unzureichend geschirmten oder geerdeten Antriebssystem mit variabler Frequenz (VFD) oder sonstigen elektrischen Geräten voller Spannungsspitzen. Siehe *SYNRAD Technisches Rundschreiben Nr. 21* für weitere Informationen zum Verhindern von störungsbedingten Spannungssprüngen durch Aktivierung des Remote-Reset/Start-Request-Eingangs.

Symptom:

- Ihr OEM i401 hat das Lasern eingestellt. Ein PWM-Steuersignal wird ausgelöst und keine Fehlermeldung angezeigt, aber die folgenden Status-LEDs und I/O-Status existieren:

INT-LED	– Grün	Interlock-Open	– Offen
TMP-LED	– Grün	Fault-Detected	– Offen
RDY-LED	**– Aus**	Laser-Ready	**– Offen**
SHT-LED	**– Aus**	Shutter-Open	**– Offen**
LASE-LED	**– Aus**	Laser-Active	**– Offen**

Mögliche Ursachen

- Der interne Feuchtesensor hat im Inneren des Lasergehäuses eine Relative Luftfeuchtigkeit (RH) über 95 % gemessen.

Da eine relative Luftfeuchtigkeit über 95 % auf eine kondensierende Umgebung hinweisen kann, was zu einem katastrophalen Schaden am Laser führen kann, wird die Lasertätigkeit angehalten, wenn diese Schwelle überschritten wird. Öffnen Sie die i401 Webseite, wenn Sie an den *Ethernet*-Anschluss des Lasers angeschlossen sind, um den Fehlerzustand zu bestätigen. Besteht keine Verbindung mit der i401 Webseite, siehe Kapitel „Erste Schritte“ oder „Technische Referenzen“ für weitere Informationen zum Zugriff auf die Firestar i401 Webseite.

Um den Laser zurückzustellen, müssen Sie zuerst den RH-Wert auf unter 95 % senken und anschließend das DC-Netzteil aus- und wieder einschalten. Die beste Methode zum Senken der Luftfeuchtigkeit ist das Anschließen einer Stickstoffquelle oder reiner, trockener Luft an den *Gas-Purge*-Anschluss. Siehe Kapitel „Erste Schritte“ für weitere Informationen.

Wichtiger Hinweis: SYNRAD empfiehlt die Verwendung von Spülgas, um die Luftfeuchtigkeit im Laserinneren unter 10 % zu halten. Siehe Kapitel „Erste Schritte“ für weitere Informationen zu Anschlüssen und Gasqualitätsvorgaben.

Während des Laserbetriebs müssen die Informationen auf der i401 Webseite, einschließlich dem Wert der *Relativen Luftfeuchtigkeit* überwacht werden. Kommt entsprechend konditioniertes Spülgas zum Einsatz, sollte der RH-Wert innerhalb von 10-15 Minuten auf unter 10 % sinken. Sinkt die relative Luftfeuchtigkeit niemals unter etwa 10 %, muss der Gasdurchfluss leicht erhöht werden. Übersteigt der RH-Wert während des Betriebs 85 %, erscheint eine Warnmeldung im unteren Fehlermeldungsbereich (gelb) der Webseite. Steigt der RH-Wert weiterhin und erreicht 95 %, wird die Lasertätigkeit angehalten und eine Fehlermeldung erscheint im oberen Fehlermeldungsbereich der Webseite.

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Webschnittstelle

Symptom:

- DC-Stromversorgung ist angelegt, es kann jedoch nicht auf die Firestar i401 Webschnittstelle zugegriffen werden.

Mögliche Ursachen

- Die Peer-to-Peer-Verbindung wurde direkt über ein nicht gekreuztes (Straight-Through-) Ethernetkabel hergestellt.

Nutzen Sie ein Ethernet-Crossover-Kabel, um eine Peer-to-Peer-Verbindung zwischen Ihrem Firestar i401 Laser und dem Computer herzustellen. Nutzen Sie ein nicht gekreuztes (Straight-Through-) Kabel, um eine Verbindung zu einem Netzwerk über einen Netzwerk-Router, -Switch oder -Hub herzustellen.

- Die werksseitig eingestellte IP-Adresse wurde geändert.

Firestar i401 Laser werden bereits werksseitig mit einer festen IP-Adresse (192.168.50.50) vorkonfiguriert. Wurde die IP-Adresse geändert, müssen Sie die neue IP-Adresse finden; sie kann ***nicht*** aus der Ferne zurückgesetzt werden.

Symptom:

- Der Firestar i401 ist an ein Netzwerk angeschlossen; die i401 Webschnittstelle öffnet sich jedoch nicht oder versperrt den Zugriff, wenn Daten vom Laser eingehen.

Mögliche Ursachen

- Der i401 Laser wurde mit einem Crossover-Kabel an das Netzwerk angeschlossen.

Nutzen Sie ein nicht gekreuztes (Straight-Through-) Kabel, um den i401 Laser mit einem Netzwerk über einen Netzwerk-Router, -Switch oder -Hub zu verbinden.

- Javascript ist im Webbrowser nicht aktiviert.

Finden Sie das Menü *Internetoptionen* Ihres Browsers und konfigurieren Sie diese so, dass Javascript aktiviert ist. Wie in Abbildung 4-3 angezeigt, finden Sie die Java-Funktion im Dialogfenster *Internetoptionen - Erweitert* (unter *Extras/Internetoptionen*). Die Dialogfenster können je nach Webbrowser variieren.

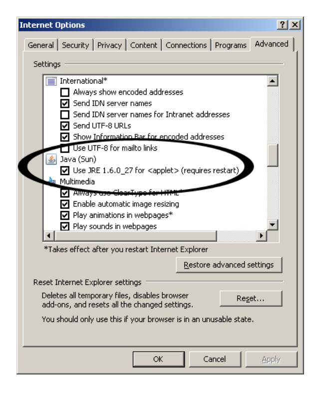


Abbildung 4-3 Javascript im Browser aktivieren

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

- Mehrere i401 Laser sind an dasselbe Netzwerk mit identischen IP-Adressen angeschlossen.

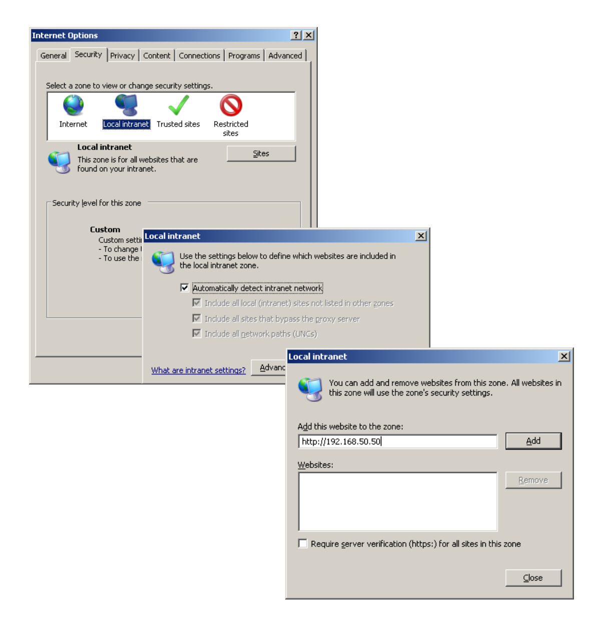
Stellen Sie sicher, dass jeweils nur ein einziger i401 Laser an das Netzwerk angeschlossen ist. Wenn mehrere i401 Laser angeschlossen sind, muss gewährleistet werden, dass jeder Laser über eine eindeutige IP-Adresse verfügt, um IP-Adressen-Konflikte zu vermeiden.

- Die IP-Adresse des Lasers wird nicht als eine autorisierte Seite in Ihrem lokalen Intranet-Netzwerk oder einer vertrauenswürdigen Seite im Internet anerkannt.

Fügen Sie die IP-Adresse des Lasers Ihrer Liste der autorisierten und/oder vertrauenswürdigen Webseiten hinzu. Öffnen Sie im Dialogfenster *Internetoptionen* die Registerkarte *Sicherheit*. Die Dialogfenster können je nach Webbrowser variieren.

Um die i401 Webseite in einem lokalen Intranet (Abbildung 4-4) zu autorisieren, klicken Sie auf das Symbol „Lokales Intranet" und anschließend auf die Schaltfläche *Sites*. Klicken Sie im Dialogfenster *Lokales Intranet* auf *Erweitert*. Geben Sie die IP-Adresse des Lasers im Textfeld *Diese Webseite zur Zone hinzufügen:* ein und klicken Sie auf *Hinzufügen*. Klicken Sie auf *Schließen* und doppelklicken Sie auf *OK*.

Um die i401 Webseite als eine vertrauenswürdige Webseite hinzuzufügen (Abbildung 4-4), klicken Sie auf das Symbol „Vertrauenswürdige Sites" und anschließend auf die Schaltfläche *Sites*. Geben Sie die IP-Adresse des Lasers im Textfeld *Diese Webseite zur Zone hinzufügen:* im Dialogfenster *Vertrauenswürdige Sites* ein und klicken Sie auf *Hinzufügen*. Klicken Sie auf *Schließen* und doppelklicken Sie auf *OK*.



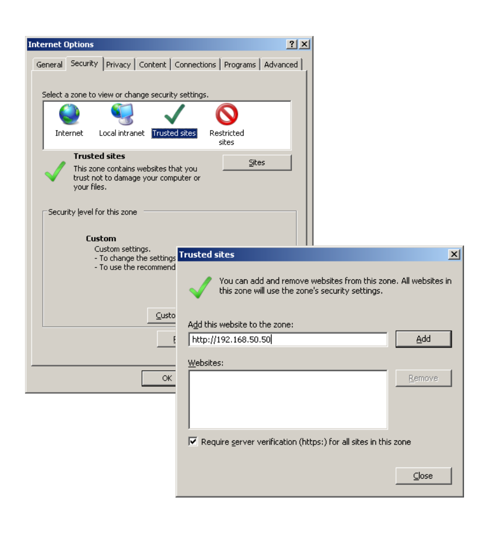


Abbildung 4-4 IP-Adresse der Liste autorisierter/vertrauenswürdiger Webseiten hinzufügen

Symptom:

- Der i401 Laser muss vom IT-Netzwerk getrennt werden, jedoch ist weiterhin Zugriff auf die i401 Webseite über einen vernetzten Steuerrechner erforderlich.

Mögliche Ursachen

- Nutzen Sie einen USB-zu-Ethernet-Adapter, um den Firestar i401 Laser vom Netzwerk zu trennen.

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

In Situationen, in denen es notwendig ist, den Firestar i401 Laser vom internen IT-Netzwerk zu trennen, die i401 Webseite jedoch weiterhin über einen vernetzten Steuerrechner zugreifbar sein muss, können Sie den i401 Laser über einen USB-Ethernet-Adapter mit dem vernetzten Rechner verbinden. Geräte, wie TRENDnet TU2-ET100 *USB-10/100 Mbit/s-Adapter* gestatten Ihrem vernetzten Rechner den Zugriff auf die Firestar 401 Webseite über den USB-Anschluss des Rechners, wodurch der Laser vom Rechnernetz getrennt wird. Verwenden Sie in diesem Fall ein Crossover-Ethernet-Kabel zwischen dem i401 Laser und dem USB-Ethernet-Adapter.

Optische Komponenten zur Strahlführung

 **Gefahr** Schwere Verletzungs-gefahr	Stellen Sie sicher, dass die DC-Stromversorgung des Lasers ausgeschaltet und gesichert wurde, bevor Sie optische Komponenten im Strahlengang überprüfen. ***Unsichtbare*** CO_2-Laserstrahlung wird durch die Laseraustrittsöffnung emittiert. Strahlenexposition kann zu Beschädigungen der Hornhaut oder Blindheit führen.

 **Warnung** Schwere Verletzungs-gefahr	Die Verwendung von Aerosol-Verstäubern, die Difluorethan beinhalten, können ein sogenanntes „Blooming" (auch: Überstrahlen), einen Zustand, der den Laserstrahl ***deutlich*** erweitert und streut, verursachen. Diese Strahlaufweitung kann die Strahlqualität beeinträchtigen und/oder zu einer Ausweitung der Laserenergie über die Grenzen der optischen Elemente des Systems hinaus führen und dadurch das Sicherheitsschild aus Kunststoff beschädigen. Verwenden Sie keine Luft-Verstäuber, die Difluorethan beinhalten in unmittelbarer Umgebung des CO_2-Lasersystems, da Difluorethan über einen langen Zeitraum, weitflächig vorhanden bleibt.

Vorsicht Sachschäden	Wenn Sie Ihren Laser oder Markierkopf in einer schmutzigen oder staubigen Umgebung anwenden möchten, müssen Sie sich vorab bei SYNRAD über die damit verbundenen Risiken und durchführbaren Vorsichtsmaßnahmen erkundigen, um die Lebensdauer Ihres Lasers, Markierkopfes und zugehörigen optischen Komponenten zu erhöhen.

Symptom:

- Der Laser verliert nach und nach an Leistung; die Laserausgangsleistung muss erhöht werden, um die Leistung aufrechtzuerhalten.

Mögliche Ursachen

- Die Strahlführungsoptiken sind mit Dampfrückständen oder Ablagerungen beschichtet.

Wartung/ Fehlerbehebung

Fehlerbehebung

Schalten Sie den Laser ab und prüfen Sie jede Optik im Strahlengang sorgfältig. Muss die Optik gereinigt werden, siehe *Wartung* für Reinigungshinweise. Verwenden Sie ausschließlich empfohlene Reinigungsmaterialien (siehe Tabelle 4-1), um das Verkratzen von empfindlichen optischen Oberflächen zu vermeiden. Verkratzte Fokussieroptiken müssen umgehend ausgetauscht werden. Aufgrund der extrem hohen Leistungsdichte der Firestar-Laser, können Kratzer oder Ablagerungen auf den Linsenoberflächen ausreichend Leistung des gebündelten Strahls absorbieren und somit ein Reißen der Linse verursachen. Dadurch können andere Optiken im Strahlengang beschmutzt oder beschädigt werden.

Benötigt die Laseranwendung Luft (anstelle von Stickstoff) als Fördergas, darf ausschließlich Luft in Atemluftqualität, die in Zylindern über einen Zulieferer der Schweißtechnik erhältlich sind, verwendet werden. Werkstattdruckluft enthält kleinste Partikel aus Öl und anderen Verunreinigungen, die optische Oberflächen beschädigen, und muss somit sorgfältig gefiltert und getrocknet werden, bevor es als Spül- oder Fördergas verwendet werden kann. Siehe Tabelle 1-4, *Spülgas-Spezifikationen* im Kapitel „Erste Schritte" für weitere Informationen zum Filtern und Trocknen.



Schwere Verletzungsgefahr

Die Beschädigung bestimmter optischer oder Strahlführungskomponenten kann zu einem Risiko der Exposition gegenüber toxischen Substanzen, wie Zinkselenid führen. Bitte kontaktieren Sie SYNRAD, Inc. oder den Optikhersteller für Anweisungen zum Umgang mit einem beschädigten Laser, Markierkopf oder Strahlführungsoptiken.

Index

Index

D

E

Index

Index

Index

Index